

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinööri

Topi Lahikainen

MTU-DIESELMOOTTORIN HYÖDYNTÄMINEN OPETUS- JA TUTKIMUS-
KÄYTÖSSÄ

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma

LAHIKAINEN, TOPI

MTU-dieselmoottorin hyödyntäminen opetus- ja tutkimuskäytössä

Insinöörityö

64 sivua

Työn ohjaaja

Lehtori Ari Helle

Toimeksiantaja

KymiTechnology

Maaliskuu 2012

Avainsanat

MTU, 396, laboratoriomoottori, dieselmoottorit, oppimismenetelmät, biopolttoaineet

Työ tarkoituksena oli selvittää Kymenlaakson ammattikorkeakoulun lahjoituksena saamalle dieselmoottorille paras hyödyntämiskäytäntö opiskelijoita, tutkimustoimintaa ja koulua ajatellen.

Tutkimuksessa perehdytään moottorin toimintaan sekä siihen kuinka se saataisiin otettua käyttöön helpoimmin ja mitkä olisivat käyttövariaatiot. Työssä otetaan myös esille erityisen tärkeänä tekijänä oppimismenetelmät, joita monipuolisesti hyödyntämällä saavutetaan parempia oppimistuloksia laboratoriomoottoria hyödyntävien opiskelijaryhmien keskuudessa.

Työ pohjautuu laajaan lähdeaineistoon sekä tutkimuksen tekijän toimesta henkilökunnalle ja opiskelijoille tehtyihin haastatteluihin.

Moottorin käytölle havaittiin olevan tarve ja sen todettiin tuovan paljon hyötyä käyttäjilleen. Moottorin käyttöönoton tarvitseman rahoituksen hankkiminen nousi jatkoa ajatellen tärkeimmäksi kohdaksi asian edistämisessä. Moottorin parhaaksi sijoituspaikaksi osoittautui Ekamin Katariinan kampuksen moottorilaboratorio. Rahoituksen löytyessä moottorin paras hyödyntämistapa on generaattori- tai propulsiokäyttö.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine Technology

LAHIKAINEN, TOPI

Utilizing the MTU Diesel Engine in Teaching and
Research

Bachelor's Thesis

64 pages

Supervisor

Ari Helle, Lecturer

Commissioned by

KymiTechnology

March 2012

Keywords

MTU, 396, laboratory engine, dieselengines, learning
styles, biofuels

The meaning of the study was to find out the best use for the MTU diesel engine that was donated to the Kymenlaakso University of Applied Sciences and how it would benefit the students, the research department and especially the university.

The study inducts to donation ensemble and its functions and what would be the engines best installation and what would be its usage variations. The study also showed different learning styles and how those are linked together to achieved the best learning results. In that equation the laboratory engine is an important factor.

The study is based on wide source material and interviews made for personnel and students.

The study shows that there is need for the use of the engine and the best location for it is in Ekamis engine laboratory. Finding the financing for the engines commissioning is the most important factor. If it's found then the generator or propulsion usage are the best installation options.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 KONEISTO	9
2.1 Yleistä moottorista	9
2.2 Taustaa	10
2.3 Moottorille suoritettut huollot	10
2.4 Varaosat	11
2.5 Ohjekirjat	12
2.6 Moottorin työkalut	13
3 MOOTTORIN INSTALLAATIOMAHDOLLISUUDET	13
3.1 Tehodynamometri	13
3.1.1 Generaattoridynamometri	13
3.1.2 Jarruttavat tekniikat	14
3.2 Haalauskäyttö	16
3.3 Käyttö ilman kuormaa	16
3.4 Propulsiokäyttö	16
4 OPETUKSELLISET NÄKÖKULMAT	16
4.1 Teoriakoulutus	17
4.2 Oppimismenetelmät	17
4.3 Käytännön harjoitteet	19
4.4 Simulaatiokoulutus	20
4.5 Ryhmätyö	21
5 KONEISTON HYÖDYNNETTÄVYYS	22
5.1 Aiempi laboratoriokoneisto	22
5.2 Aiempi tilanteen kartoittaminen	23

5.3	Koneistoa käyttävät opiskelijat	24
5.3.1	Merenkulkualan insinööriopiskelijat	24
5.3.2	Energiatekniikan opiskelijat	24
5.3.3	Vahtikonemestariopiskelijat	24
5.4	Soveltuvat opintojaksot	25
5.5	Henkilökunnan ammattitaidon ylläpito	26
5.6	Tutkimusprojektit	27
5.6.1	Tutkimusprojektit merenkulun näkökulmasta	28
5.6.1.1	Uusiutuva biopolttoaine	28
5.6.1.2	Biopolttoaineiden tuotanto	29
5.6.1.3	Rikkipesurit	32
6	KÄYTTÖKOHDE	33
6.1	Ekami	33
6.2	KyAMK	35
6.2.1	Koneperusta	36
6.2.2	Käynnistysmekanismi	37
6.2.3	Voiteluöljyjärjestelmä	37
6.2.4	Polttoainejärjestelmä	38
6.2.5	Jäähdytysjärjestelmä	40
6.2.6	Paineilmajärjestelmä	42
6.2.7	Ilmajärjestelmä	42
6.2.8	Instrumentointi	42
6.2.9	Testitila	43
6.3	Tutkimustilojen lisääminen	43
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	44
7.1	Työn kulku	45
7.2	Tutkimusongelmat haastatteluja varten	46
7.3	Haastattelujen suorittaminen	46
8	HENKILÖKUNNAN HAASTATTELUT TUTKIMUSONGELMITTAIN	48
8.1	Mikä on tarve tällaiselle kartoitukselle?	48
8.2	Minkälainen käyttö olisi paras ratkaisu 396:lle?	48

8.3	Mikä olisi sopiva käyttöpaikka 396:lle?	49
8.4	Millaisessa tutkimuskäytössä moottoria voisi hyödyntää?	50
8.5	Miten päästöjen mittaaminen tulisi toteuttaa?	50
8.6	Onko rahaa moottorin käyttöönotolle?	51
8.7	Mitä lisähavaintoja ja kysymyksiä tuli esille?	51
9	OPISKELIJOIDEN HAASTATTELUT TUTKIMUSONGELMITTAIN	52
9.1	Mikä olisi sopiva käyttöpaikka moottorille?	52
9.2	Missä vaiheessa opintoja ja millä tavoin moottorin käytöstä olisi hyötyä?	52
9.3	Mikä on sopiva ryhmäkoko laboratoriomootorilla tehtäville harjoitteille?	53
9.4	Mikä olisi laboratoriomootorin tuoma hyöty opinnoissa?	53
9.5	Millainen käyttöratkaisu soveltuisi moottorille parhaiten?	54
9.6	Minkälaisissa kursseissa kyseistä moottoria voisi hyödyntää?	54
10	POHDINTA	55
10.1	Tutkimustulosten tarkastelu	55
10.2	Työn käytettävyys	57
10.3	Tutkimuksen luotettavuus	57
10.4	Jatkotutkimusehdotukset	58
	LÄHTEET	59

KÄSITTEET

Apumoottori	Sähkögeneraattoria käyttävä moottori aluksessa.
Nopeakäyntinen dieselmoottori	Moottorin nimellispyörimisnopeus on 1000 - 2500 rpm. Tehot ovat 300 - 5000 kW.
Keskinopea dieselmoottori	Moottorin nimellispyörimisnopeus on 350 - 800 rpm. Teho ovat 500 - 25 000 kW.
CRC	Corrosion Reaction Consultants, Inc.
HFO	Raskas polttoöljy (Heavy Fuel Oil)
MDO	Dieselpolttonesteseos (Marine Diesel Oil)
MTU	Motoren- und Turbinen-Union
MPö	Tislattu dieselpolttoneste - moottoripolttoöljy
NExBTL	Neste Biomass To Liquids
SECA	Rikkipäästöjen kontrollialue (Sulphur Emission Control area)
STCW	Merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus (Standard of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)
TEKES	Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus

1 JOHDANTO

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun energiatekniikan laboratorio ollut moottoritekniseltä varustukseltaan puutteellinen useamman vuoden ajan, ja näin ollen opiskelijat eivät ole pystyneet hyödyntämään teoreettisia tietojaan halutulla tavalla. Käytännön taitojen osaamista painotetaan paljon ammattikorkeakoulussa ja siihen tarkoitettua laitteistoa tulisikin siten kehittää eteenpäin.

KyAMK:n tekniikan yksikkö on saanut muutama vuosi sitten lahjoituksena Neste Shippingiltä yhden M/T Sotkan apukoneista. Moottori on ollut hyödyntämättömänä KyAMK:n energiatekniikan laboratoriossa siitä lähtien. Se ei nykyisessä käytössään palvele kenenkään (Neste Shipping, KyAMK ja opiskelijat) etuja. Tällä hetkellä ammattikorkeakoulun opiskelijat suorittavat käytännön laboratoriomoottoriopintoja muuttaman kurssin yhteydessä Etelä-Kymenlaakson ammattiopistolla Katariinassa.

Työn tarkoituksena on selvittää, onko MTU-dieselmoottorin käytölle tarvetta opetuksessa ja tutkimuksessa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa. Tarkoituksena on myös selvittää moottorille paras installaatoratkaisu ja perehtyä energiatekniikan laboratorion sille tarjoamiin puitteisiin.

Opinnäytetyön on tilannut KyAMK:n tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan osaamiskeskittymä KymiTechnology. Osaamiskeskittymä innostui tutkimusaiheesta tuodessani ilmi kiinnostukseni tutkimuksen tekoon.

2 KONEISTO

2.1 Yleistä moottorista



Kuva 1. 8 V 396 TC51 - KyAMK energiatekniikan laboratorio (Lahikainen 2011)

Tyyppi	MTU dieselmoottori 8 V 396 TC51
Numero	556 116
Vuosimalli	1976
Toiminta	Nelitahti, yksitoiminen
Polttotekniikka	Polttoaineen suorasuihkutus
Turboohtaustekniikka	Pakokaasuahdettu
Jäähdytys	Vesijäähdytteinen
Malli	90° - v - moottori
Männän halkaisija	165 mm
Iskun pituus	185 mm

Sylinterin tilavuus	3,96 litraa
Sylintereiden lkm.	8
Teho	440 kW (käytöstä riippuen)
Paino	Moottorin kuivapaino, standardikalustolla 2120 kg
Polttoaineenkulutus	217 - 233 g/kWh (ominaiskäyttöalueella)
Öljyn kulutus	n. 2 g/kWh
Polttoaine	MDO tai MPö

Kyseessä on nopeakäyntinen dieselmoottori, jollainen on yleisesti käytössä varsinkin pientonniston aluksissa, hinaajissa, kalastusalusissa, lautoissa ja jahdeissa apu- tai pääkoneena. Moottorin polttoaineena on MDO ja moottorin etuina voidaan todeta vähäiset värinät ja sitä kautta äänen taso sekä hyvä teho-painosuhte. (MTU:n verkkosivut 2012).

2.2 Taustaa

Moottori on viimeksi palvellut Neste Shippingin M/T Sotka -nimisessä tankkialuksessa sähköä tuottavana apukoneena. (huoltoraportti 2002). Nesteen myytyä aluksen 2005 Panamaan (Vapalahti 2005) moottori siirtyi huoltoreservistä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun omistukseen lahjoituksena. Neste Shippingin Lunni-luokan aluksissa, johon M/T Sotka myös kuului, oli aikanaan apukoneiden ja varaosien huollossa se periaate, että huollettavat laitteistot siirrettiin reserviin Naantalin tai Porvoon tuotantolaitosten sataman varastoon ja otettiin valmiiksi huollettu laitteisto sieltä käyttöön. Näin varauduttiin yllättävien tilanteiden ja huollon joustavuuden takia. (Helle henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2011; Valmet toimituserittely 5.10.1994).

2.3 Moottorille suoritettut huollot

Laitteisto on kokonaisuudessaan huollettu Patria Aviation Oy:n Dieselmoottoritoimintojen yksikössä Nokian Linnavuoressa. Yksikkö on valtuutettu MTU-moottoreiden huoltaja Suomessa, joka muun muassa huolehtii Ilmavoimien hävittäjien kaasuturbiinien huollosta sekä Merivoimien MTU-moottorikaluston peruskorjauksista ja ylläpidosta. Dieselmoottoreiden parissa ollaan 300 - 5000 kW tehoalueella. (Patria huoltoraportti 2002; KunnallisSuomi 2010, 6).

Moottorille on suoritettu MTU:n huolto-ohjelman laajasisältöisin W6-huolto, joka tarkoittaa moottorin täydellistä peruskorjausta.

Huoltoraportin perusteella M/T Sotkan koneosasto ei ollut ilmoittanut huollolle havaittuja vikoja tai puutteita moottorissa sen saapuessa huoltoon marraskuussa 2001 Linnavuoreen. Moottorista kumminkin löytyi huollon yhteydessä havaittuja vaurioita ja alentumaa moottorin yleiskunnossa.

Moottorin voidaan todeta olevan erinomaisessa kunnossa täyshaalattuna, ja se asettaa-kin käyttötarkoituksen tarkastelulle omat haasteensa jo pelkästään moottorin materiaalista arvoa ajatellen. Moottorin asettaminen ajokäyttöön hyödyntäisi täysimittaisesti moottorin kunnan. Moottorilla suoritettavat mittaukset ja niiden tulokset eivät näin ollen olisi ainakaan riippuvaisia moottorin kunnosta. Moottorin käyttö haalausmuotoisesti asettaisi jo tehdashaalatun moottorin alttiiksi kulumille ja vaurioille, joita opetus-tilanteissa voisi mahdollisesti syntyä.

2.4 Varaosat

Kymenlaakson ammattikorkeakoululle aikanaan luovutetussa kokonaisuudessa on mukana seuraavat moottorin osat:

- viisi huollettua sylinterikantta venttiileineen
- A-puolen pakokanava
- imuilman välijäähdytin
- pakopuolen pesä.

Varaosat ovat varastoituina energiatekniikan laboratorion varastohyllyyn, jossa ne ovat avonaisella trukkilavalla. Osat tulisiikin säilyttää huolellisemmin suljetussa puulaatikossa, jossa ne eivät olisi alttiina kolhiintumiselle.

Sylinterikannet on kasattu uusista varaosista, kannet on koeponnistettu sekä venttiilin tiivistyspinta tarkastettu värillä. Suojaus on tehty CRC-korroosionestoaineella. (Valmet huoltoraportti 30.6.1994).

2.5 Ohjekirjat

Moottorin huoltoon liittyvät dokumentit on saatu Patria Aviation Oy:n Dieselmoottoritoimintojen yksikön päälliköltä Seppo Tammiselta, joka ystävällisesti toimitti tietoja huollosta lähempää tarkastelua varten. Dokumenteista selviää hyvin tarkasti moottorin kunto ennen ja jälkeen kunnostuksen.

Laitteistokuvaelma sekä käyttöohjeet, Diesel engine 8 V 396 TC 31 - Drive of stationary generating sets and industrial machinery - Description and Operating Instruction No. 10460 e. Englanninkielinen. Huomioitavaa tässä manuaalissa on sen osittaiset eroavaisuudet ammattikorkeakoulun 8 V 396 TC 51 -moottorikokonaisuudesta, esimerkiksi suodattimien ja jäähdytysjärjestelmän osalta.

Varaosaluettelo, 8 V 396 TC .1 - Spare parts list and assembly illustrations. Saksankielinen.

Huoltoraportti, MTU 8 V 396 TC 51: Ilmoitetut viat ja vastaanottotarkastuksessa havaitut puuttuvat osat ja varusteet, purkauksen yhteydessä havaitut vauriot ja laitteen yleiskunto, korjaustoimenpiteet, tärkeimmät uusitut osat, koestus- ja testaustoimenpiteet korjaamalla sekä tehdyt suojaukset/suojavoitelut, lisäselvitykset, poikkeamaluettelo, laitepaikalla suoritettut korjaukset, toimenpiteet ja huomautukset.

Seuraavat neljä dokumenttia sisältyvät MTU 8 V 396 TC 51:n *huoltoraporttiin*:

Luovutusajopöytäkirja, MTU 8V 396 TC 51: Aika, pyörimisnopeus, teho, polttoaine (lämpö, ominaiskulutus, paine), voiteluöljy (paine, lämpö), vesi (lämpö, paine), ah-toilma (paine, lämpö), pakolämpö, muut (ilmanpaine, ilmakosteus, säätötangon asema).

Koneen varaosaluettelo: Luettelo huollossa käytetyistä varaosista määrineen.

Valokuvat: moottorikorjaamalla otetut valokuvat moottorin tärkeimmistä vauriokoh-teista, sekä kuvien tarkemmat selitteet.

Mittapöytäkirjat, MTU 8V396 TC 51: Sylinteriputken sisähalkaisija, sylinteriputken sovitus sylinteriryhmään, sylinteriputken tiukkuuden sovitus, männän halkaisija, män-

näntäpin poraus ja männäntappi, kiertokangen alapään laakeri ja kampiakselin kiertokangen kaulat, kiertokangen yläpään holkki ja männäntappi, runkolaakerit lohkossa ja kampiakselin runkolaakerin kaulat, nokka-akseli ja akselin holkkia, särötarkastuspöytäkirja, ruiskutuspumpun koeajopöytäkirja, säätimen koeajopöytäkirja.

2.6 Moottorin työkalut

Moottoreilla on yleisesti ottaen omanlaisensa merkki- sekä mallikohtaiset työkalut. Moottorin mukana ei toimitettu näitä erikoistyökaluja sen huoltojen suorittamista varten, mikä myös asettaa haasteita moottorin käyttötarkoitusta etsittäessä. Työkalujen puute aiheuttaa lisäksi kaksi muutakin asiaa, niiden hankkiminen maksaa sekä työkalujen puute estää oppilaitoksen omat huoltotoimet moottorille. Tämän seurauksena huollot täytyy teettää ulkopuolisella toimijalla, mikä myös aiheuttaa kuluja.

3 MOOTTORIN INSTALLAATIOMAHDOLLISUUDET

Työssä käsiteltävää moottoria on mahdollista hyödyntää monenlaisessa käyttötarkoituksessa. Seuraavassa käsitellään niistä eniten koulutus- ja tutkimuskäyttöä hyödyntävät mahdollisuudet.

3.1 Tehodynamometri

Moottorin suorituskykyä voidaan mitata kuormittamalla sitä ja mittaamalla sen vääntömomenttia eri kierrosalueilla erityisellä dynamometrilaitteistolla, ja näin saadaan tieto moottorin tehosta. Dynamometriä hyödyntäen voidaan lisäksi tutkia moottorin polttoaineenkulutusta, päästöjä, ajettavuutta ja kestävyyttä simuloimalla ajotilannetta.

Moottorin jarruttamiseksi käytettävät erilaiset kuormitusratkaisut kytketään suoraan moottorin vauhtipyörään. Kuormitusratkaisuja on erilaisia, mutta yleisimpiä ovat seuraavat.

3.1.1 Generaattoridynamometri

Laivoilla dieselgeneraattorit tuottavat apukonekäytössä tarvittavan sähköenergian laivan päivittäistoimintoja varten ja syöttävät laivan sähköverkon päätaulua, lähtien laivan valaistuksesta ja jääkaapista aina suuria tehoja imeviin lastinkäsittelylaitteisiin.

Hätäkoneena dieselgeneraattorit tuottavat laivan varavoiman sähkökatkon aikana eli "black-out" -tilanteessa ne syöttävät hätätaulua. Karrikoidusti dieselgeneraattorit siis pyörittävät laivaa miehistön ohella. Yleisesti dieselgeneraattoreista vastaa laivalla 2. konemestari ja tämä tehtävä siten onkin monen koulusta valmistuneen ja työelämään siirtyneen vahtikonemestarin ja merenkulkualan insinöörin päivittäistä työsarkaa ja siksi tärkeä osa-alue hallittavaksi.

Dieselmoottorin ja generaattorin yhdistelmä koostuu seuraavista pääosista:

- dieselmoottori
- generaattori
- ohjaus- ja valvontalaitteisto
- voimansiirtoelin dieselmoottorin ja generaattorin välillä (Yleisesti käytetään rakennetta, jossa voimansiirto tapahtuu joustavan kytkimen välityksellä tai vaihtoehtoisesti dieselgeneraattori voi olla myös rakennettu siten, että diesel ja generaattori (yksilaakerinen) on kytketty suoraan yhteen.)
- käyntitärinän eristimet (Yleisesti käytetään kumielementtityyppejä eristimiä.)
- runko/alusta-rakenne (Yleisesti käytetään teräspalkkialustaa, jonka välityksellä yhdistelmä lepää alustallaan.) (Wärtsilän verkkosivut - Generating sets 2012).

Dieselgeneraattorin käyttö laboratorio-olosuhteissa vaatii kokonaishyötyä ajatellen moottorin kuormittamista. Moottoria voidaan kuormittaa hävittämällä johonkin generaattorin tuottama sähköenergia. Mahdollisuuksina on liittyä valtakunnan sähköverkkoon ja sitä kautta jakaa moottorin käytön yhteydessä syntyvä energia yleiseen jakeluun tai kuormittaa erillisiä kuormitusvastuksia, joihin sähköenergia hävitetään. Ensimmäisessä vaihtoehdossa olisi myös mahdollista hyödyntää dieselgeneraattoria varavoimalähteenä, jolloin sähköjen kadotessa laitteisto käynnistyisi tuottamaan tarvittavaa sähköenergiaa kriittisiin kohteisiin, kuten valaistukseen. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa kuormitusvastusten tuottama lämpö siirretään ilmaan puhallinlaitteistolla tai veteen (säiliö tai avovesi). Jos tiedetään kuorma sekä sähkömoottorin hyötysuhde, pystytään jarrutusmomentti laskemaan. (Martyr & Plint 2007, 158, 167.)

3.1.2 Jarruttavat tekniikat

Vesijarru koostuu vesitilassa pyörivästä turbiinista, joka on tiivistetty koteloonsa. Sen toiminta perustuu siihen, että sen sisällä pyörteinen vesimassa pyrkii jarruttamaan moottoria. Näin moottorin teho siirtyy vesimassaan, jonka lämpenemisestä voidaan

päätellä moottorin teho. Vesijarru on tehoonsa nähden pienikokoinen ja kevyt ja myös rakenteeltaan yksinkertainen, mutta huonona puolena voidaan mainita suhteellisen suuri kuorman vaihtelu eri mittauskerroilla ja vaikea manuaaliohjauksen automatisointi. (Martyr & Plint 2007, 154, 167.)

Pyörrevirtajarrussa staattorin käämitykseen johdetaan sähkövirta, jolla tuotetaan voimakas magneettikenttä. Kun siihen tuodaan sähköä johtavaa materiaalia, yleensä jarrutettavalla akselilla pyörivä roottorilevy, pyrkivät syntyvät pyörrevirrat vastustamaan liikettä magneettikentässä. Jarruttavaa voimaa säädellään käämitykseen johdetun sähkövirran jännitteellä. Sähköteho siirtyy lämpönä dynamometrin ulkovaippaan, josta se johdetaan pois jäähdytysvedellä. Pyörrevirtadynamometrin rakenteessa ei ole useita liikkuvia osia, joten se on kestävä ja ohjausjärjestelmä on yksinkertainen sekä dynamometrin tilantarve on pieni. (Martyr & Plint 2007, 159, 167.)

Hydraulisessa jarrussa hydraulipumpun tuottamaa tilavuusvirtaa kuristetaan, jolloin paine kasvaa ja alkaa vastustaa pumpun pyörimisliikettä. Pumpun jarruttava voima riippuu sekä vastustavasta paineesta että kierrosnopeudesta. Hydraulijärjestelmä on yksinkertainen ja tehokas jarrutusmenetelmä, mutta se vaatii tehokkaan jäähdytyksen ja kookkaan öljysäiliön. Mittaukset voidaan suorittaa hydraulipiiristä, joten erillisiä voima-antureita ei tarvita. Hydraulista jarrua voidaan käyttää myös voimanlähteenä vaikkapa moottorin käynnistämiseksi. (Martyr & Plint 2007, 158, 167.)

Yksi pohdinnan arvoinen ratkaisu *hydrauliseksi jarruksi* saattaisi olla Kymenlaakson ammattikorkeakoulun lahjoituksena saama GTS Finnjetin alkuperäinen Wärtsilä-Tebulin rakentama peräsinkoneisto, joka sisältää kaksi hydrauliiikkapumppua ja muut hydrauliikkamoduulit, kuten magneettiventtiilit. Tämä kokonaisuus saattaisi modifiointin kautta soveltua kyseiseen tehtävään. (Helle sähköposti 15.3.2012.)

Toinen käyttömahdollisuus peräsinkoneistosta voisi olla sen suoranainen käyttö kuten meriolosuhteissa, siis peräsinkoneen hydrauliikkapumppujen ajo generaattorin tuottamalla sähköllä ja hydrauliikkapumppujen tilavuusvirran vastustaminen jollakin tavoin. Edellä mainitut installaatiot vaatisivat lisäksi reilusti tilaa peräsinkoneen suuren koon vuoksi. Edellä mainitulla peräsinkone on tällä hetkellä ulkotiloissa Mussalon laboratorion entisen lämpökeskuksen vieressä. (Helle sähköposti 15.3.2012.)

3.2 Haalausikäyttö

Moottorin ollessa haalausikäytössä siihen voidaan tehdä erityyppisiä koneosien mittauksia, irrottamisia ja asennuksia. Mittauksia voidaan suorittaa kuten *Ohjekirjat* luvussa käsitellyn moottorin *mittapöytäkirjan* toimenpiteiden mukaisesti, jotka kattavat laaja-alaisesti moottorin huoltomittaukset.

3.3 Käyttö ilman kuormaa

Moottorin käyttäminen ilman kuormittamista on melko vähäisen hyödyn antava ratkaisu. Opetuksellisesta näkökulmasta hyöty jää hyvinkin suppeaksi, koska moottorin käyttö liittyy silloin lähinnä sen käynnistämiseen ja sammuttamiseen. Lisäksi dieselmoottorin kuormittaminen pitkäaikaisesti vähäisellä kuormalla tai ilman kuormaa saattaa vaikuttaa moottorin käyntiin. Tämän takia moottoria tulisi kuormittaa ainakin 15%:n kuormalla. On jopa parempi kuormittaa moottoria hetki kovalla kuormalla ja välillä sammuttaa se kuin käyttää ilman minkäänlaista kuormaa. (HATZ Diesel 2012.)

3.4 Propulsiokäyttö

Moottorin mahdollinen käyttö tutkimusrahoitteisesti rakennetun vesialuksen päämoottorina saattaa olla ajatuksena etäinen, mutta kun tarkastellaan KyAMK:ssa toteutettua TULVA-hanketta (1.8.2008–30.4.2011), se ei välttämättä enää näytä niin etäiseltä. TULVA-hankkeen tavoitteena oli luoda veneteollisuudelle uusia innovaatioita ja tuottaa sekä uusia tuotekonsepteja että uusia veneilyn konsepteja. Hankkeen kokonaisbudjetti oli 357 000 €, joka koostui TEKESin ja venealan yritysten rahoituksesta. Työtä tekivät yhteisesti hankkeessa niin opettajat, TKI-väki kuin muotoilun ja veneteknologian opiskelijat projektitöinä. (Haapanen 2011.) Tätä konseptia olisi mahdollista siis hyödyntää hyväksi havaittujen tulosten valossa ja yhdistää monimuotoisesti tulevan Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun koulutusalojen osaamista keskenään laaja-alaisesti. (KyAMK mediatiedote 25.1.2012).

4 OPETUKSELLISET NÄKÖKULMAT

Merenkulun koulutuskokonaisuudelle antaa raamit STCW -yleissopimus, jonka perusteella oppiminen ja osaamistason seuranta tapahtuu hyvinkin monenlaisissa puitteissa: koulualuksella, oppitunneilla, simulaattoreissa, työsaleilla sekä ohjatussa harjoittelus-

sa. (KyAMK Opinto-opas 2012.) Seuraavassa käydään läpi erilaisia koulutusmenetelmiä, jotka olennaisena osana muovaavat oppijan taitoja ja tietämystä. Koulutusmenetelmillä halutaan lisäksi osoittaa opetusmenetelmien laaja-alaisen käytön hyötyä erityisesti laboratorio-opetuksessa.

4.1 Teoriakoulutus

Teoriakoulutus eli esittävä koulutus on yleisin ja perinteisin opetuksen muoto. Se voi olla muodoltaan alustus, esitelmä, luento tai puhe. Se soveltuu parhaiten suurryhmien opettamiseen, mutta on sovellettavissa pienryhmäopetukseen sekä etä- ja verkko-opetukseen. Teoriakoulutus sopii parhaiten asioiden kuvaamiseen, erilaisten kannanottojen ja näkemysten esittämiseen ja tiedon jakamiseen. Esittävässä opetuksessa audiovisuaaliset välineet ja materiaalit ovat tärkeitä havainnollistamisessa. (Vuorinen 2001, 79.)

4.2 Oppimismenetelmät

Yksi tunnetuimmista oppimismenetelmistä on uusiseelantilaisen kasvatustieteilijän Neil D. Flemingin kehittämä VARK-menetelmä (visuaalinen, auditiivinen, lukeminen/kirjoittaminen ja kinesteettinen). Menetelmä on aisteihin perustuva oppimismielitymsjärjestelmä, jolla voidaan selvittää kullekin sopiva tapa sisäistää opeteltava ja tuoda ulos opeteltava asia tai taito. Seuraavassa käydään läpi kukin neljästä osalueesta. (VARK - a guide to learning styles verkkosivut 2011.)

Visuaalinen (V)

Visuaalinen oppija muodostaa näkemistään kartoista, piirroksista, kaavioista, kuvioista ja hierarkioista ajatuksia päässään. Visuaalisuutta kuvaa paremminkin graafinen lähestymistapa, koska siihen eivät kuulu valokuvat ja videot tai diaesitykset, vaikka niin voisikin kuvitella.

Auditiivinen (A)

Auditiivinen oppija muodostaa sanoja ääneen tai äänettömästi mielessään. Kuuleminen ja puhuminen tuottavat parhaita oppimistuloksia heille ja varsinkin luennot, nau-

hoitetut kuunnemat, keskustelut ja sähköpostit edesauttavat auditiivisen oppijan tuloksia.

Lukeminen/kirjoittaminen (R)

Tähän oppimismenetelmään mieltynyt henkilö saa parhaan avun kirjoitetusta tiedosta. Kaikentyyppinen lukeminen ja kirjoittaminen toimii tällä oppijatyyppillä. Muun muassa Internet, sanakirjat, diaesitykset, synonyymit ja sanat tuottavat parhaita tuloksia.

Kinesteettinen (K)

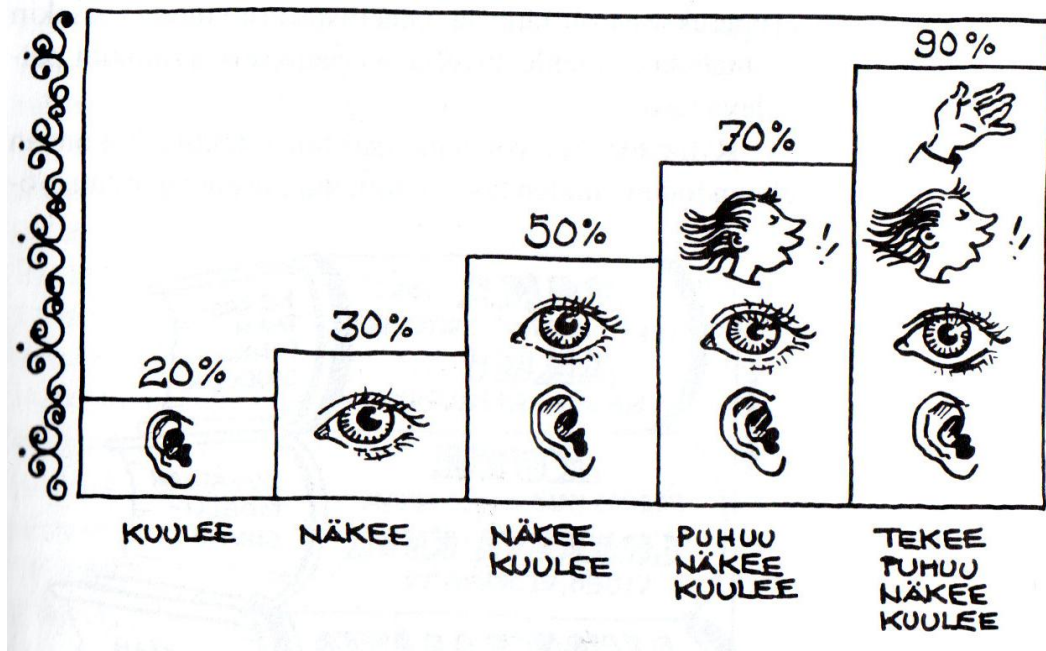
Kinesteettisen oppijan kehontuntemukset ohjaavat häntä ja antavat tietoa kyseisessä oppimistyyliässä. Aistihavainnot aidoista tai simuloituista kokemuksista sekä käytännöistä ovat päätekijänä tämä oppimistyylin edustajalla. Kinesteettiseen oppimismenetelmään kuuluvat demonstraatio, videot todellisista tilanteista, case -esimerkit ja harjoittelu ovat menetelmän a ja o.

Monikanavainen oppimistyyli (MM)

Oppiminen on jokaisella ihmisellä erilaista ja monestikaan pelkästään yksi ja ainoa oppimistyyli ei toimi parhaalla toivotulla tavalla. Erilaisten oppimistyylien sekoitus tuottaa monelle parhaan tuloksen oppimisessa.

Ihmiset voidaan kuitenkin karkeasti jakaa tasan kahdenlaisiin oppijoihin. Ensimmäinen oppija on kontekstisidonnainen ja muuttaa oppimistyyliään oppimistilanteen mukaan. Toisen oppijatyylin henkilöt taas käyttävät useita eri tyyliä samanlaisen tiedon käsittelyyn ja käyttävät siihen reilusti enemmän aikaa, jolloin he toisaalta saavat laajalaisemman ja syvällisemmän käsityksen asiasta. (VARK - a guide to learning styles verkkosivut 2011.)

Voidaan todeta, ettei yhtä ja ainoa oppimismenetelmä ole, mutta erilaisia yhdistelmiä käyttäen saavutetaan parhaita tuloksia (Peltonen 1985,38.) Simulointiharjoitteet laboratorionkoneen parissa mahdollistavat kaikkien edellä mainittujen oppimismenetelmien käytön.



Kuva 2. Havainnollisuuden ja oppimistulosten keskinäinen riippuvuus. 100 % vastaa keskimääräistä maksimitulosta (Vuorinen 2001.)

4.3 Käytännön harjoitteet

Tekemällä oppiminen eli toiminnasta oppiminen on luultavasti ensimmäinen ihmisen käyttämä oppimismenetelmä ja se on edelleen pienen lapsen tärkein perusoppimismenetelmä. Toki tämä menetelmä ei rajoitu pelkästään lapsuuteen, vaan se soveltuu myös aikuisuuteen, jolloin sisäistetään myöskin ympäristöstä erilaisia toimintatapoja ja -käytäntöjä ja sovelletaan niitä. Menetelmän ajatuksena on: "Ota mallia ja tee perässä ja opi harjoittelemalla yrityksen ja erehdyksen kautta". (Vuorinen 2001, 179).

Oppimismenetelmässä on erityistä se, että siinä yhdistyy toiminta teoriassa opittuun aiheeseen ja tällä tavoin saavutetaan paras oppimistulos. (Vuorinen 2001, 179.)

Käytännön osaaminen on tärkeä siksikin, että siihen kaikki koulutus tähtää. Harjoittelu, kokeilu, osallistuminen, tutustuminen ovat juuri sitä, mitä tulevassa työelämässä tarvitaan ja tehdään. Tärkeä konkreettisuus perustuu oppijan omiin huomioihin tekemisistään ja oppimisistaan ja sitä kautta välittömään palautteeseen itseltään. Näin asenteet ja taidot kehittyvät muihin oppimismenetelmiin verrattuna ylivoimaisesti parhaiten. (Vuorinen 2001, 180-181.)

Tekemällä oppiminen sopii erityisen hyvin yksilö-, pari- tai pienryhmätyöskentelyyn. Monimutkaiset ja vaativat harjoitukset on hyvä suorittaa yksilötyönä, mutta taitojen

soveltamista ryhmätyössä on myös erityisen tärkeää harjoitella tulevaisuuden työelämää ajatellen. (Peltonen 1985, 149 – 150.)

On myös muistettava, että aikuiselle suunnitellun harjoitteen taso on sovitettava sen mukaiseksi, että siitä on mahdollisuudet suoriutua ensimmäisellä kerralla. Väärin tehty harjoite yleensä menee seuraavallakin kerralla väärin ja se laskee opiskelijan motivaatiota tulevaa ajatellen. (Rogers 2001, 45.)

On ollut positiivista huomata, että Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu Oy:n hallitus on vuodelle 2012 tekemässään toimintasuunnitelmassa ottanut koulutuksen laadun parantamisen ja koulutuksen läpäisemisen mukaan kuuden tärkeimmän toimintasuunnitelman kehitettävän kohdan joukkoon. Monimuotoista oppimisympäristöä ja sen kehittämistä viedään näin siis eteenpäin. (KyAMK mediatiedote 16.12.2011.)

4.4 Simulaatiokoulutus

Simuloinnilla kuvataan tai jäljitellään jotakin tosielämän tilannetta tai toimintoa, jonka tekemiselle tai tutkimiselle todellisissa olosuhteissa tai oikeilla välineillä on jokin este. Esteenä voi olla tilanteen tai toiminnon tuottamisen kalleus, harvinaisuus, vaarallisuus, vaikeus, eettiset syyt tai se, että ilmiö tapahtuu hyvin hitaasti tai nopeasti. (Jalava 2001, 7.)

Merenkulun opintojen simulaatioharjoitteissa opiskelija saavuttaa perehtymisen laitteistoihin ja ohjausjärjestelmiin ja tietoisuus alkusuunnittelusta, tarkastuslistan ja aikataulujen käytöstä liittyen herää. Ymmärrys vahdinpidon käytännöistä selkeytyy sekä tietoisuus siitä, miten laitteistot ovat itsenäisiä. Kokemukset käytännön ongelmien hausta ja ongelmien paikallistamisesta lisääntyvät. Kyky tehdä päätöksiä ja ottaa vastuuta kasvaa, mikä edistää turvallisuutta ja tehokkuutta. (Rosenhave 2002, 5.)

Simulointiharjoitteet tukevat myös johtamisen oppimista, jolloin harjoitteen ryhmänjohtajana toimiva oppilas havaitsee konkreettisimmin, mitä on tehokas tiiminjohtaminen, ja saa välittömän palautteen itselleen suoraan (Rogers 2001, 158.) Koska ammattikorkeakouluopinnoista valmistuneet henkilöt useimmin ajautuvat jo varhaisessa vaiheessa työuraansa esimiestehtäviin, ja silloin koulussa käydyistä johtamisen harjoiteista on tukea tulevaa työelämää ajatellen. (Suutari 2003, 25.)

Raportissa *"Merenkulkualan koulutuksen tila ja kehittämistarpeet"* (2011, 47; 95.) Anttila & Salmenhaara esittävät merenkulkualan sidosryhmien toivovan simulaatio-koulutuksen kehittämistä ja lisäämistä. Raportissa myöskin esitetään hälyttävä tieto, jonka mukaan valtaosa koulutussimulaattoreista jää vain 20 prosentin käyttöasteelle mahdollisesta laskennallisesta kapasiteetistaan. Riittävät henkilöstöresurssit nostetaan myös esille simulaattorien käyttöä rajaavina tekijöinä.

Simulaattorien käyttäjänäkökulmasta on lisäksi ongelmalliseksi havaittu eri palveluntarjoajien välinen kilpailu, kokonaisvaltaisen ohjauksen puute simulaattorihankinnoissa ja -toteutuksissa. Tutkimus- ja kehitystoiminnan näkökulmasta olisi tärkeää noudattaa joustavampaa ja "tilavampaa" simulaattorien sijoittelua nykyisenlaisiin verrattuna. (Anttila & Salmenhaara 2011, 47-48).

4.5 Ryhmätyö

Ryhmästä puhuttaessa ajatellaan usein pienryhmää. Pienryhmässä jäsenten väliset sosiaaliset roolit lisäävät me-henkeä, ryhmätyötaidot ja asenteet harjaantuvat, kun pääsee kuuntelemaan, auttamaan ja ilmaisemaan itseään sekä kantamaan vastuuta. Ryhmän toimintaa peilaamalla saa suoraan palautetta oppimisprosessista. Edellä mainittu vuorovaikutus on säännönmukaista ja edistää siten ryhmän jäsenten henkilökohtaisten ja ryhmän yhteisen tavoitteen saavuttamista. (Koppinen & Pollari 1993, 28-29.)

Taulukko 1. Ryhmäkoon vaikutus aktiivisuuteen (Rogers 2001) ja Menetelmävalintoihin (Peltonen 1985).

Ryhmäkoko	Aktiivisuus	Soveltuva menetelmä (liukuvat rajat)
3-6 henkilöä	Kaikki puhuvat	Vuoropuheinen opetus Ryhmätyö kaikissa muodoissaan Demonstraatio Harjoitus
7-10 henkilöä	Melkein kaikki puhuvat Hiljaisemmat äänessä vähemmän Yksi tai kaksi ei puhu lainkaan	
11-18 henkilöä	Viisi tai kuusi puhuu paljon Muista kolme tai neljä liittyy mukaan aika ajoin	Luento Kyselevä opetus Vuoropuheinen opetus Ryhmätyö kaikissa muodoissaan Demonstraatio Harjoitus
19-30 henkilöä	Kolme tai neljä ryhmän jäsentä dominoi	
Yli 30 henkilöä	Osallistumismahdollisuus pieni	Luento Paneelikeskustelu

Työtapoja tarkasteltaessa, taulukon 2 osoittamien soveltuvimpien työtapojen yhdistämisestä saadaan aikaiseksi kattavin tavoitteiden täyttö ottamalla ensin luovat tiedot käsittelyyn keskustelelevassa luokkaopetuksessa. Tietoja sovelletaan sen jälkeen asenteisiin ryhmätyöskentelyssä ja kolmanneksi taidon kasvattaminen saavutetaan parhaiten osallistuvan työn kautta edellä mainitun ryhmän jäsenenä. Näin saavutetaan suveenisti paras opetustulos.

Taulukko 2. Kuinka opetusryhmän koon mukaisesti määräytyvät työtavat soveltuvat tietojen, asenteiden ja taitojen opetukseen (Vuorinen 2001):

1 = soveltuu heikosti

2 = soveltuu kohtalaisesti

3 = soveltuu hyvin

Tavoitteet ↓	↓ Työtavat ↓			
	LUOKKAOPETUS ESITTÄVÄ	KESKUS- TELEVA	RYHMÄ- TYÖSKEN- TELY	YKSI- LÖLLINEN OPETUS
TIEDOT	2	3	2	3
ASENTEET	1	2	3	1
TAIDOT	1	2	2	2-3

5 KONEISTON HYÖDYNNETTÄVYYS

5.1 Aiempi laboratoriokoneisto

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun energiatekniikan laboratoriossa on jo aiemmin hyödynnetty koulutuskäytössä työelämässä tavattavan mittaluokan dieselmoottoria. Aiemmin moottorina on toiminut Wärtsilän 324 TS, keskinopea 3-sylinterinen dieselmoottori. Tämä koneisto on aiemmin ollut opetus- ja tutkimuskäytössä Teknillisen korkeakoulun polttomoottorilaboratoriossa Espoon Otaniemessä. (Ronkainen 2000.) Tällä hetkellä laitteisto on sijoitettu Etelä-Kymenlaakson ammattiopiston tiloihin Ka-

tariinan kampukselle työkaluineen. Siellä se on opiskelijoiden käytössä erilaisissa kursseihin ja pätevyysiin liittyvissä tehtävissä.

Wärtsilän 324 TS:n vauhtipyörään kytkettynä on ollut vesijarru, jonka kuormaa vasten konetta on käytetty luotettavien mittaustulosten saamiseksi.

Koneiston käytöstä on aiemmin vastannut lehtori Kari Ronkainen, jonka ohjeiden pohjalta koneenkäyttöä on suoritettu.

Mittaukset on dokumentoitu ajokerroilla koekäyttöpöytäkirjaan, huoltoselosteeseen tai mittauspöytäkirjoihin. Töistä on erityisesti harjoitettu kampiakselin indikointia, sylinteriholkkien mittausta sekä männänrenkaiden ja männän urien mittausta. (Ronkainen 2000.)

Myös osaamisalapäällikkö Markku Huhtinen on aikanaan hyödyntänyt ammattikorkeakoulun laboratoriomootoreita ja on laatinut *Energiatekniikan laboraatioihin* työohjeen NRO. 3 - Dieselmoottorin energiatase ja päästöt. Työssä dieselmoottorista on mitattu polttoaineen kulutusta, hyötytehoa, pakokaasun happi- ja typenoksidipitoisuutta, lämpötilaa. Työssä on määritetty moottorin energiatase eli polttoaineen sisältämän tehon jakautuminen hyötytehoon, jäähdytysveteen ja savukaasuihin. Myös typioksidipäästöt on määritetty erillisellä savukaasuanalysointilaitteella. (Huhtinen 2008.)

5.2 Aiempi tilanteen kartoittaminen

Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa on aiemmin pidetty idearihi MTU-meridieselmoottorin hyödyntämiseksi moottorin tullessa koulun tiloihin. Idearihiin osallistuivat tekniikan lehtorit Ari Helle, Kari Ronkainen ja Pekka Salo (nykyisin eläkkeellä) sekä laboratoriomekaanikko Esa Huuhtanen. Ryhmä pohti käyttömahdollisuuksia moottorille, mutta päättyi kuitenkin siihen päätökseen, ettei rahoitusta moottorin käyttöönotolle ole, ja siten laajemman selvitystyön tekoa ei nähty tarpeelliseksi. (Helle henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2011.)

5.3 Koneistoa käyttävät opiskelijat

5.3.1 Merenkulkualan insinööriopiskelijat

Merenkulkualan insinöörin (AMK) tutkinnon suorittaneilla on valmius toimia alusten konemestareina ja konepäälliköinä rajoittamattomassa liikenteessä sekä maaorganisaatioiden erilaisissa hallinto-, koulutus- ja asiantuntijatehtävissä. Valitsemalla vapaasti valittavat opinnot tietyn sisältöisinä saavutetaan haluttaessa myös *voimalaitoksen käytönvalvojilta* vaadittava pätevyys.

Vahtimiehen pätevyystodistukseen vaadittavat teoreettiset ja käytännön opinnot on tavoitteena suorittaa ensimmäisen lukukauden aikana. Vahtikonemestarin pätevyystodistuksen edellyttämät opinnot suoritetaan noin kolmessa vuodessa ja merenkulkualan insinöörin tutkinto 4,5 vuodessa.

Pätevyystodistukset myöntää Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi. Pätevyystodistusten saamisen edellytyksenä on TraFin määräämät hyväksytyt opinnot korkeakoulussa sekä STCW-yleissopimuksen mukainen ohjattu laivaharjoittelu, joka kuuluu tutkintoon. (KyAMK Opinto-opas 2012.)

5.3.2 Energiatekniikan opiskelijat

Energiatekniikan koulutusohjelman tavoitteena on kouluttaa asiantuntijoita ensisijaisesti energiantuotantoon ja energiatuotantoa palvelevaan teollisuuteen. Opinnot perehdyttävät opiskelijan laaja-alaisesti energia-, sähkö-, automaatio- ja konetekniikkaan sekä käynnissäpitoon. Energiatekniikan koulutusohjelmasta valmistuneet insinöörit saavat asetuksen 891/1999 ja Kauppa- ja teollisuusministeriön painelaitteista antaman päätöksen 953/1999 mukaisen *voimalaitosten käytönvalvojilta* vaadittavan koulutuksellisen pätevyyden. Tämä pätevyys ja riittävä työkokemus antavat valmiudet toimia energialaitoksen käytöstä vastaavana henkilönä. (KyAMK Opinto-opas 2012.)

5.3.3 Vahtikonemestariopiskelijat

Vahtikonemestarikoulutuksen tavoitteena on tuottaa osaavia vahtikonemestareita rajoittamattomassa liikenteessä ja kotimaan liikenteen pienalusten konepäällikköinä toimimiseen. Vahtikonemestarin tutkinnon suorittanut huoltaa ja käyttää aluksen pää-

ja apukoneita sekä niihin kuuluvia apulaitteistoja ja laivan muita koneita. Vahtikonemestarin pätevyyden edellyttämä koulutus on kolmen vuoden mittainen ja siihen sisältyy lisäksi 360 päivän ohjattu harjoittelu. (Opetushallitus 2010.)

5.4 Soveltuvat opintojaksot

Seuraavana oleva taulukko sisältää koneiston hyödyntämiseen soveltuvat opintojaksot merenkulun päällystökoulutuksen ammattikorkeakoulu- ja ammattiopistotasoiset opintokokonaisuudet sekä energiatekniikan opintokokonaisuudet. Niissä voidaan hyödyntää laboratoriomoottorikokonaisuutta, -käyttölaitteistoa ja sen apujärjestelmiä.

Laboratoriomoottori-installaatiota ajatellen soveltuva koulutustarjonta ja osaamistavoitteisto. (Merenkulkualan perustutkinnon opintosisällön ja KyAMK:n opinto-oppaan mukaan).	Konevahdinpidon rutiinit ja tehtävät/käyttötoimet	Putkistot ja pumput	Polttomoottoreiden apujärjestelmät	Mittausten suorittaminen	Lämmönsiirto/-siirtimeet	Sähköjärjestelmät	Työturvallisuus	Huoltotoimet	Koneiston komponentit	Suunnittelu	
	Support Level										
	Konevahdinpito 1, 2 op	X									
	Dieselmoottorit 1, 3 op	X		X				X			
	Laivankoneistot 1, 3 op										
	Laivan putkistojärjestelmät, 2 op					X	X	X			
	Merityöturvallisuus										
	Operational Level										
	Laivankoneistot 2, 3 op	X		X					X	X	
	Käyttötekniikka 1, 2 op	X	X	X		X	X	X			
Dieselmoottorit 2, 3 op	X		X				X				
Pumput ja virtaustekniikka, 2 op	X	X						X		X	
Koneistojen huolto, 2 op							X	X			
Laivasähkötekniikka, 4 op	X				X						
Sähkö- ja automaatiotekniikan laboraatiot, 3 op				X		X	X				
Management Level											
Termodynamiikka ja lämmönsiirtotekniikka, 3 op					X						
Laivan putkistot ja kattilatekniikka, 2 op	X	X						X			

Käyttötekniikka ja konevahdinpito 2, 4 op	X	X	X		X	X	X			
Hydrauliikka ja pneumatiikka, 3 op	X	X	X				X	X		
Energiatekniikan kurssit										
Muuntajat, moottorit ja generaattorit, 3 op						X				
Sähkötekniikan laboratoriotyöt, 3 op				X		X	X			
Emission measurements, 3 op				X						
Voimalaitosprosessit, 3 op	X	X	X	X	X	X				
Pumput ja putkistot, 3 op		X		X						X
Kone- ja mekanisointielimet, 3 op									X	X
Ennakoiva kunnossapito, 3 op				X			X	X		X
Kone- ja laitossuunnittelu, 3 op										X
Mekaanisten järjestelmien kunnossapito, 3 op								X		X
Sähköisten järjestelmien kunnossapito, 3 op						X	X	X		X
Konepäällystön ko, Vahtikonemestari										
Laivakonetekniikka, 25 ov	X	X	X	X	X		X	X	X	
Huolto- ja kunnossapito, 15 ov							X	X		X
Sähkö- ja automaatiotekniikka 10 ov	X			X		X	X	X		
Vuokraveneen kuljettaja, 3,5 ov										
Laivakonetekniikka	X	X	X		X	X		X		
Koneenhoitaja, 10 ov										
Laivakonetekniikka	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Sähkö- ja automaatiotekniikka						X	X	X		
Huolto- ja kunnossapito				X				X		

5.5 Henkilökunnan ammattitaidon ylläpito

Henkilökuntaa hyödyttävät näkökulmat liittyvät lähinnä henkilöstön ammattitaidon ylläpitämiseen, mikä on erityisen tärkeää, ja tutkimuksellisiin näkökulmiin. Tekniikan alan henkilöstön kehittämistarpeisiin vastaaminen työelämälähtöisyyden, tässä tapauksessa moottorikäytön simuloinnin kautta, täyttäisi nykyisen puutteellisen tilanteen moottorikäytön tasalla.

Uuden moottorilaitteiston asennus ja käyttöönotto tuo henkilökunnan taidot ja tietämyksen työhön, joka on harvinaislaatuinen ja siten myös varmasti kehittävä ja motivoiva. Huomioitavaan on myös se, että työhön ja koulutukseen käytetty aika etääntyy toisistaan koko ajan työelämässä. Siksi koulutukseen ja itsensä kehittämiseen käytettävä aika tulisikin rinnastaa työhön. (Lehtisalo & Raivola 1986, 205.) Edellä mainituksa käyttöönottilanteessa se toteutuisi.

1.3.2006 - 31.12.2007 Kymenlaakson ammattikorkeakoulu järjesti merenkulun ja logistiikan osaamisalan henkilöstölle TUPU - Tuulta Purjeisiin Opetuksessa -projektin,

jonka aikana kehitettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun merenkulun ja logistiikan henkilöstön työelämätuntemusta. Projektissa oli tarkoituksena parantaa henkilökunnan tietotasoa merenkulkualan ja logistiikan tietoteknisistä järjestelmistä, sekä nostaa heidän työelämätuntemustaan ja osaamistaan koulutuksen laadun ja työelämäyhteyksien parantamiseksi. (KyAMK TUPU-projekti 2012.)

Tutkimuksen positiivisten tulosten perusteella todettiin henkilöstön työelämätuntemuksen nousseen, verkostoitumisen ja vuorovaikutuksen merenkulun ja logistiikan yrityksiin kasvaneen. Työelämäjaksoihin osallistuilla henkilöillä todettiin motivaation ja työssä jaksamisen nousseen. (KyAMK TUPU-projekti 2012.)

Projektista todetaan seuraavasti: "Tulokset olivat kauttaaltaan positiivisia. Kerättyjen palautelemakkeiden, sekä jaettujen kokemusten pohjalta hankkeen todettiin täyttävän ja osittain jopa ylittäneen asetetut tavoitteet. Työelämäjaksojen pohjalta opettajat kehittivät uutta oppimateriaalia, henkilöstön työelämätuntemus nousi, molemminpuolinen vuorovaikutus ja verkostoituminen merenkulun ja logistiikan yrityssektorin kehittyi. Lisäksi työelämäjaksoille osallistuneiden henkilöiden motivaatio ja työssä jaksaminen nousi hankkeen johdosta. Hankkeeseen kytkeytyvien henkilöiden keskuudessa nousi käsitys siitä, että työelämäjaksot tulisi ottaa pysyväksi käytännöksi ammattikorkeakouluissa." Edellä mainittu projekti osoittaa, että panostaminen henkilökunnan koulutukseen työelämän ja käytännön työn parissa tuottaa mainittavat tulokset, jotka kertautuvat, kun niiden toissijainen hyöty siirtyy opetukseen ja opiskelijoihin. (KyAMK TUPU-projekti 2012.)

5.6 Tutkimusprojektit

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu "...harjoittaa ammattikorkeakouluopetusta palvelevaa sekä työelämää ja aluekehitystä tukevaa ja alueen elinkeinorakenteen huomioon ottavaa soveltavaa tutkimus- ja kehitystyötä." (Ammattikorkeakoululaki 351/2003, 4 §). Tutkimusprojektien toteutuminen on usein sitoutunut niitä varten osoitettuun rahoitukseen. Tästä mainiona esimerkkinä on se, että kaikkien tämän hetkisten (15.12.2011) Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tekniikan TKI-projektien päärahoittajana toimii ulkopuolinen yritys, alueellinen tai kansallinen taho tai EU. (KyAMK verkkosivut - TKI-projektit 2012.)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun uusimmassa toimintasuunnitelmassa vuodelle 2012 on esitetty TKI-toiminnan vahvistamisen ja toiminnan kansainvälistämisen sekä laatutyön kehittämisen päälinjaukset. (KyAMK mediatiedote 16.12.2011.) Näillä edellytyksillä pyritään saavuttamaan kasvua yritysten kanssa tehtävässä yhteistyössä ja opiskelijalle työelämälähtöisempää kouluttautumista.

5.6.1 Tutkimusprojektit merenkulun näkökulmasta

Tulevaisuuden merenkulun kannalta on syytä paneutua kustannus- ja ympäristösyistä yhä enemmän merenkulun päästöjen vähentämiseen. Siinä avaintekijöinä ovat uuden teknologian saavutukset, biopolttoaineet ja pakokaasujen puhdistus.

Laivojen käyttämän dieselpolttoaineen rikkipitoisuuden rajoittamisesta on sovittu IMO:n MARPOL 73/78 -yleissopimuksen (2008) VI-liitteessä. Sillä pyritään vähentämään laivojen rikkioksidi- ja pienhiukkaspäästöjä. SECA-alueella (Itämeri, Pohjanmeri ja Englannin kanaali) polttoaineen rikkipitoisuus vähennetään nykyisestä 1,0 %:sta vuoden 2015 alusta lukien 0,1 prosenttiin. Kansainvälisellä tasolla polttoaineen korkein sallittu rikkipitoisuus laskee nykyisestä 3,5 %:sta 2020 alkaen 0,5 prosenttiin. Nämä rajoitteet lisäävät Liikenne- ja viestintäministeriön Turun yliopistolla (Kalli, Karvonen, Makkonen 2009) teettämän tutkimuksen mukaan laivaliikenteen polttoainekuluja ja sitä kautta myös rahtikustannuksia.

Tutkimuksen skenaarioiden mukaan kulut tulisivat olemaan Suomeen liikennöivillä aluksilla seuraavanlaiset. Kun polttoaineen hinta on 111 euroa tonnilta (9.3.2009), on kustannusten lisäys enintään 273 miljoonaa euroa vuodessa ja minimissään 190 miljoonaa euroa vuodessa. Kun polttoaineen hinta on 480 euroa tonnilta (05/2008), on kustannusten lisäys enintään 1 182 miljoonaa euroa vuodessa ja minimissään 823 miljoonaa euroa vuodessa. Tässä tulevatkin kyseeseen menot kurissa pitävät säästötoimenpiteet ja uuden edesauttavan teknologian tutkiminen.

5.6.1.1 Uusiutuva biopolttoaine

Biomassasta jalostettavilla biopolttoaineilla voidaan korvata liikenteen fossiilisia polttoaineita ja sitä kautta vähentää liikenteen öljyriippuvuutta ja ympäristövaikutuksia. Tehtäessä biopolttoaineita kotimaisista raaka-aineista ne myös kasvattavat Suomeen jääviä tuloja ja energiahuoltovarmuutta. (Motivan verkkosivut - Bioenergia 2012.)

Esimerkkejä liikenteeseen soveltuvista biopolttoaineista:

- biodiesel
- bioetanoli, biobutanoli, biometanoli
- ETBE (esteröity bioetanoli)
- bioöljy
- biokaasu
- puukaasu.

5.6.1.2 Biopolttoaineiden tuotanto

Liikenteen biopolttoaineita voidaan tuottaa monista eri biomassoista useilla eri teknologioilla ja konsepteilla. *Ensimmäisen sukupolven* biopolttoaineita valmistetaan soke-ri- ja tärkkelyspitoisista kasveista (bioetanoli) sekä öljypitoisista kasveista ja bioraaka-aineista (biodiesel), eli ruokakäyttöön soveltuvista kasveista, mikä onkin herättänyt ympäristöjärjestöissä kritiikkiä.

Jatkossa valmistetaan yhä enemmän kehittyneempiä *toisen sukupolven* biopolttoaineita, pääasiassa biodieseliä ja bioetanolia, joiden valmistusteknologiat ovat nyt kaupallistumassa. Toisen sukupolven biopolttoaineiden raaka-aineita ovat kasvi- ja puupohjainen selluloosa sekä jätteet. Toisen sukupolven biopolttoaineet vähentävät tehokkaammin päästöjä ja ovat laadultaan korkealaatuisempia ja parempia kuin fossiilinen diesel ja bensiini. Toisen sukupolven polttoaineiden valmistus ei myöskään kilpaile ruoantuotannon kanssa, koska sen valmistuksessa ei käytetä ruoaksi kelpaavia raaka-aineita.

Kolmannen sukupolven biopolttoaineet ovat kehitteillä olevia uusia polttoaineita, jotka eivät vielä näillä näkymin aivan lähivuosina ole tulossa kaupalliseen tuotantoon. Kolmannen sukupolven biopolttoaineita valmistetaan täysin uusista raaka-aineista, kuten levistä. (Motivan verkkosivut - Bioenergia 2012.)

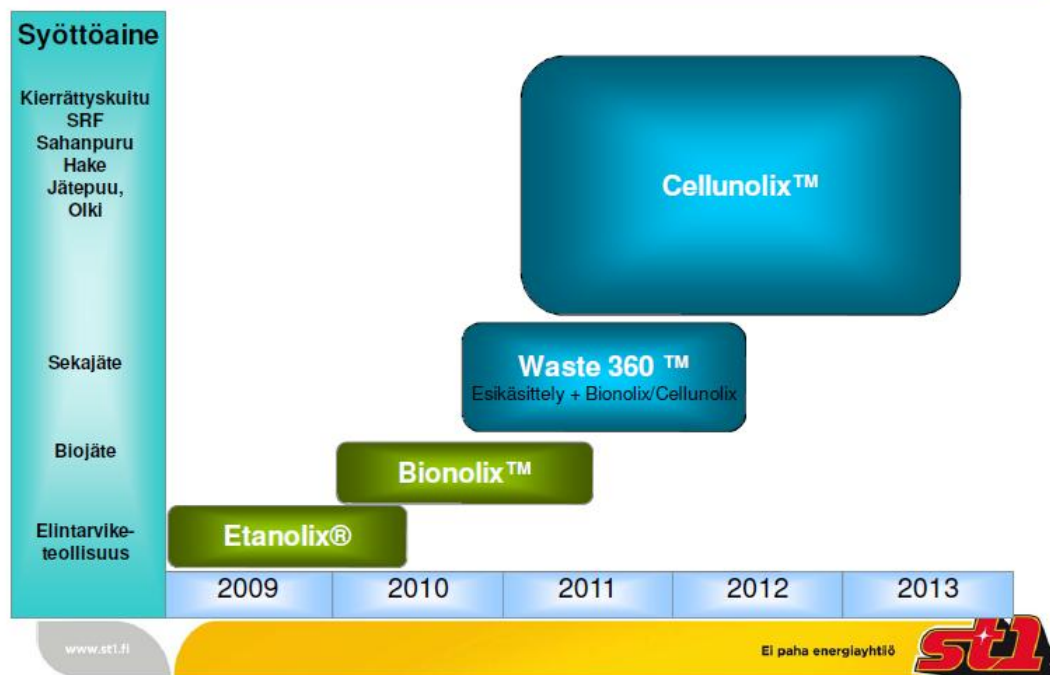
Renewables 2011 - Global status -raportin (REN21 2011) mukaan maailmalla vuonna 2010 tuotetusta 19 miljardista litrasta biodieseliä EU:ssa tuotettiin lähes 53 %. Kokonaistuotanto on noussut vuodessa 2,4 mrd. litraa ja EU:n tuotanto-osuus 2 %.

Tuoreimmat merkit alan kehitysnäkymistä on antanut kotimainen Neste Oil, joka rakentaa loppuvuodesta 2012 jättepohjaista mikrobiöljyä tuottavan koelaitoksen Porvooseen. Koelaitoksella kehitetään mikrobiöljyn tuotantoprosessia ja testataan erilaisia mikrobiöljyn tuotannossa käytettäviä raaka-aineita, kuten olkia tai muita maatalouden tähteitä sekä teollisuuden jäte- ja sivuvirtoja. Laitoksen rakentaminen tukee Neste Oilin tavoitetta hyödyntää tulevaisuudessa mikrobiöljyä uusiutuvan kaupallisen NExBTL-dieselin raaka-aineena ja vastaa ympäristöjärjestöjen kritiikkiin biopolttoaineista. Nesteen tavoitteena on lisäksi raaka-ainevalikoiman laajentaminen ja tuotantoprosessin saattaminen valmiiksi, jotta mikrobiöljy olisi kaupallisessa käytössä mahdollisesti jo 2015. (Neste Oil lehdistötiedote 15.12.2011.) Tällä Neste Oil pyrkii selkeästi lisäämään markkinaosuuttaan laivojen dieselpolttoainemarkkinoilla uusien polttoainesäädösten astuessa voimaan.

Neste Oil on lisäksi ottanut tuoreimpana käyttöön kolmannen uusiutuvaa NExBTL-dieseliä valimistavan laitoksen Rotterdamissa syyskuussa 2011. NExBTL tuotetaan kasviöljyistä ja jättepohjaisista raaka-aineista, kuten elintarviketeollisuuden eläinrasvajätteestä. Kenttätesteissä Scanian moottoreilla varustetulla bussikalustolla todettiin 100-prosenttisen NExBTL dieselin vähentävän hiukkaspäästöjä 30 % ja typenoksidipäästöjä 10 %. (Neste Oil lehdistötiedote 10.2.2011). Neste Oil testaa lisäksi ensimmäistä kertaa laivaliikenteen polttoaineena NExBTL-dieseliä Rotterdamin viranomais-ten aluksessa 1000h käyttötestissä, joiden tuloksia vielä odotetaan. Testissä mitataan aluksen pakokaasupäästöjä, tarkastellaan laivan moottorin suorituskykyä ja polttoaineen käyttökokemuksia. (Neste Oilin lehdistötiedote 21.11.2011.)

Toinen kotimainen energiayhtiö eli ST1 on myöskin pyrkinyt pysymään kehityksen kärjessä omalla uusiutuvaan raaka-aineeseen ja jätteeseen pohjautuvalla etanoliteknologian konseptillaan.

St1 Etanolivalmistusteknologian tiekartta



Kuva 3. ST1 Oy:n polttoainekonseptin suuntaus. (Suominen 2011).

ST1 on lisäksi tulossa markkinoille RED95-etanolidieselillään, jota on testattu hyvin tuloksin taajamien bussi-, jätehuolto- ja jakeluliikenteessä Scanian 95 prosenttisella etanolipolttoaineella käyvillä moottoreilla. Polttoaineen todettiin vähentävän 70 % hiukkaspäästöjä (ST1 2011.) Muistettava on kuitenkin, että etanolimoottorissa sen korkeampi puristussuhde vaatii erilaista mäntien muotoilua ja sekä palotilan osien erityispinnoitteen. Positiiviset tulokset kuitenkin ohjaavat ST1:stä kehittämään edelleen polttoainettaan paremmaksi. (Ketonen 2011.)

Myöskin UPM aikoo ottaa osaa kisaan kehittyvässä biopolttoainetuotannossa. Sille valmistuu vuonna 2014 Lappeenrantaan, 100 000 tonnia vuodessa toisen sukupolven biopolttoainetta tuottava jalostamo. UPM:n tuottaman sellun sivutuotteena syntyvästä mäntyöljystä jalostetaan BioVerno-biodieseliä. (UPM:n verkkosivut - Sijoittajauutiset 1.2.2012.)

Tähän kansainvälisesti kasvavaan dieselpolttoaineiden kehitystyöhön pitäisi myös KyAMK:n päästä mukaan. Uudenlaisten polttoaineiden testaukset oikealla meridieselmoottorilla tuottaisivat molemmipuolista hyötyä sekä koululle että koneenvalmis-

tajalle ja polttoaineenjakeijalle. Testaukset aluksi hallituissa laboratorio-olosuhteissa toisivat luottamusta polttoaineen tuntemiseksi ennen sen käyttöä laivoilla vaihtelevissa meriolosuhteissa. Lisäksi huomioitavaa on, että ammattikorkeakoulun päästömittauslaboratorio on Mittatekniikan keskuksen akkreditointiyksikön FINASin akkreditoima, mikä osaltaan tukee yhteistyötä uusien polttoaineiden ja niiden päästöjen testattaessa. (KyAMK mediatiedotteet 13.1.2009.)

5.6.1.3 Rikkipesurit

Yksi merenkulun päästöjä vähentävä menetelmä polttoaineen vaihtamisen lisäksi on pakokaasujen vesipesu. Yleisimmät menetelmät ovat makeavesi- ja merivesipesumenetelmät, joiden suurin toimittaja tällä hetkellä on Wärtsilä.

Makeavesipesurissa puhdistus- ja rikinoksidien neutralointikyky perustuu pesuveden pH:n ylläpitoon lipeäliuoksen avulla. Suljetussa kierrossa olevan pesuveden pH pidetään koko prosessin ajan lähellä neutraalia eikä meriveden laatu vaikuta puhdistushokkuuteen. Rikin oksidit neutraloidaan vaarattomaan muotoon sulfaateiksi, ennen kuin ne lasketaan pesuveden mukana mereen. Mereen laskettavan puhdistetun pesuveden pH on lähellä meriveden pH-tasoa. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009, 18.)

Merivesipesurin periaate on pakokaasun ohjaus meriveden läpi, jolloin merivesi absorboi rikkiyhdisteet ja muut epäpuhtaudet. Meriveden pesuteho perustuu sen alkaliniteettiin, jolloin vähäsuolaisissa vesissä, kuten Itämerellä, pitää merivettä käyttää huomattavasti enemmän verrattuna suolaisempiin valtameriolosuhteisiin. Pakokaasusta absorboitu rikki ohjataan pesuveden mukana mereen. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009, 18.)

Molemmissa rikkipesureisissa pesuvedet pumpataan mereen erillisten puhdistuslaitosten läpi, joissa erottuu lietteenä öljy ja sekä muut epäpuhtaudet (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009, 18.)

KyAMK:n Metsolan kampus ja Ekami:n Katariinan kampuksen sijaitsevat hyvin lähellä merta, jolloin resurssien mahdollistaessa tuotteiden testauskäyttö ja tutkimus olisi mahdollista Kotkassa. Edellä mainittu laitteistokäyttö vaatisi toteutuakseen jonkin laitteistovalmistajan mukaantulon, koska kyseessä on tilaa vievät ja kalliit ratkaisut, jotka edellyttävät laajaa tietämystä ja taloudellisia avuja.

6 KÄYTTÖKOHDE

6.1 Ekami

Etelä-Kymenlaakson ammattiopiston Katariinan kampuksella sijaitsevat konelaboratoriotilat sisältävät kattavan tarjonnan erilaisiin opetustarkoituksiin soveltuvia moottoreita ja koneistokokonaisuuksia.

Koneistokokonaisuuksista mainittakoon erityisesti Ekamin ja KyAMK:n yhteisömituksessa oleva Wärtsilä 4R20 -dieselgeneraattori. 4L20 on keskinopea dieselmoottori ja sen polttoaineeksi soveltuvat MDO tai HFO. Wärtsilä 4L20:n eduiksi mainittakoon sen toimintavarmuus, pitkät huoltovälit ja yksinkertainen rakenne. Moottori on yleisesti käytössä pääkoneena pienissä rahtilaivoissa, hinaajilla ja lautoilla sekä monessa alustyyppissä apukonekäytössä. (Wärtsilä generating sets 2012).

Tyyppi	Wärtsilä dieselmoottori 4L20
Numero	6898
Vuosimalli	1995
Toiminta	Nelitahti, yksitoiminen
Polttotekniikka	Polttoaineen suorasuihkutus
Turboahtaustekniikka	Pakokaasuahdettu
Jäähdytys	Vesijäähdytteinen
Malli	rivimoottori
Sylinterin halkaisija	200 mm
Iskun pituus	280 mm
Sylinterin tilavuus	8,8 litraa
Sylintereiden lkm.	4
Teho	660 kW
Paino	Moottorin kuivapaino, standardikalustolla 7200 kg
Polttoaineenkulutus	196 g/kWh (ominaiskäyttöalueella)
Öljyn kulutus	0,5 g/kWh
Polttoaine	MDO tai HFO



Kuva 4. 4L20 Katariinan kampuksen konelaboratoriossa (Topi Lahikainen 2011)

Moottori toimii Katariinan kampuksen tiloissa opiskelijoiden käytössä haalaus- ja testikoneena. Se on käytössä lähes viikoittain, ja mutta tällä hetkellä sen ajokäyttö ei ole yleisesti pitkäkestoista ja usein pysyykin alle tunnissa kerrallaan.

Moottorin täyttä hyödyntämistä rajoittavat lähinnä kaksi asiaa. Sitä ei ole mahdollista kuormittaa vaikkakin siihen on kytketty generaattori perään, koska generaattoria ei ole kytketty sähkötauluun, jolloin sen sähkötehosta ei saada kuormittavaa vastusta moottorille. Ratkaisuna asiaan olisi generaattorin kytkeminen käyttöön ja sitä kautta mahdollisuus kuormittaa sähkövastuksia tai siirtää valtakunnan sähköverkkoon.

Vastukset vaatisivat lämmön hävittämiseksi puhallinlauhduttimen tai lämmön hukkaamisen vastaavasti vesisäiliöön tai mereen, joka löytyy laboratoriotilojen välittömästä läheisyydestä. Lämmön hyötykäyttö olisi kannattavin ratkaisu, mutta investointikuluiltaan se muodostuisi liian suureksi moottorin käyttöön verrattuna.

Verkkoon liittyminen vaatisi seuraavia päätoimenpiteitä:

- sähkön pientuottajaksi ryhtyminen ja liittyminen paikallisen jakeluverkon haltijan pien- tai keskijänniteverkkoon
- sähkönmyyntisopimuksen teko ja suunnitelma sähkön myynnistä
- sähköverovelvollisuus ja huoltovarmuusmaksu: ellei sähköä käytetä voimalan sähkön tai yhdistetyn sähkön- tai lämmöntuotannon omakäyttölaitteissa tai luovuteta sähkön tuottajalta sähköverkkoon

- suunnitelma tuotantolaitteiston ja verkon liitännäpisteen yhdistämiseksi
- sähkösuunnitelmat (mm. pääkaaviot, suojaus- ja ohjauskaaviot, maadoituskaaviot, vikavirtalaskelmat)
- asennustyöt. (Metso ym. 2006, 18-23).

Toinen rajoittava tekijä liittyy lähinnä koneiston valvonta- ja raportointijärjestelmään tai oikeastaan sen puuttumiseen. Tämä asia onkin myös osaltaan estänyt moottorin parametrien seuraamisen ja niiden analysoinnin ja säilömistä; ne olisivat erittäin havainnollistavia opetuksen kannalta. Liiallista automatisointia kuitenkin tulisi välttää, jotta perusteet pysyisivät koneiston operoinnin osalta selvinä opiskelijoille.

Koneistokokonaisuuden käytön lisäämistä puoltavina seikkoina voidaankin mainita seuraavat:

- käyttövalmis (moottorin osalta ja apulaitteistojen osalta)
- mahdollista ajaa MDO:lla ja HFO:lla
- polttoaineseparaattori.

6.2 KyAMK

Laboratoriotilana Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön energiatekniikan laboratorio vastaa sananmukaisesti energiantekniikan opiskelijoiden ja tutkimuspuolen tarpeista sekä merenkulun insinöörien kurssitarpeista heidän suorittaessaan osa-alueita energiatekniikan opinnoista *voimalaitoksen käytönvalvojan* pätevyyttä varten. (KyAMK Opinto-opas 2012).

Laboratorio on toiminut myös merenkulun insinöörien käytössä, mutta sittemmin se on jäänyt ainoastaan energiapuolen käyttöön. Laboratorio kärsii auttamattomasti rajallisista tiloista, jotka nykyisellään ovat erittäin täynnä kahdessa kerroksessa. Pääasiassa kuitenkin ylempi kerros on työtiloina ja alemmassa kerroksessa on pienemmät apu- ja varastotilat.

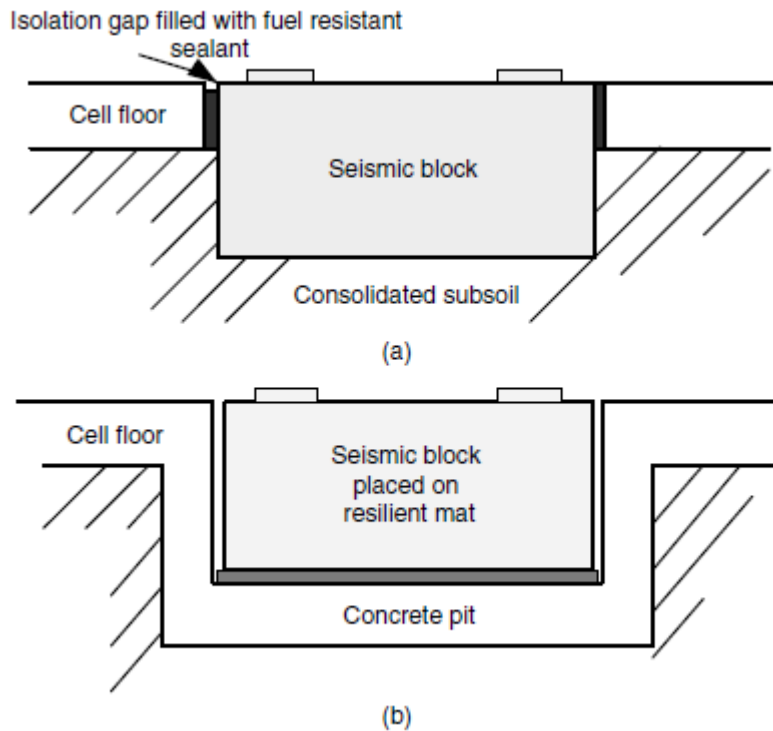
Moottorin sijoittaminen alemman kerroksen tiloihin ei matalan huonekorkeuden ja huollettavuuden kriteerien vuoksi tulisi kyseeseen. Ylemmässä kerroksessa sijoitusta rajaa muu laboratoriokalusto.

Vuosien varrella laitteistoja on laboratoriotiloihin kertynyt monenlaisia ja vähän, tai ei ollenkaan käytössä olevaa laitteistoa, joka lähinnä odottaa parempia tiloja ja käyttöresursseja. Laboratoriotiloja on täytetty kalustolla aina kulloisenkin tilanteen mukaan, mutta niihin liittyvät suunnitelmat ja piirrokset ovat usein olleet puutteellisia tai jääneet kokonaan puuttumaan (Granlund & Oksanen 1969). Tekniset piirustukset energiatekniikan laboratorista ovat vanhentuneita; vuodelta 1969 ja ainoastaan paperiversioina ilman päivityskorjauksia.

396-dieselmoottori on tällä hetkellä hyvin pitkälti varusteista riisuttu, joten se tarvitsee toimiakseen seuraavat peruselementit: sopivanlainen koneperusta, käynnistysmekanismi, polttoaine, voitelu, jäähdytys, ilmajärjestelmä, instrumentointi ja testitila.

6.2.1 Koneperusta

Koneperustan suunnittelu on hyvin merkittävä tekijä moottorin käyttöönotossa. Se eristää moottorin ja absorboi sen värähtelyä ja ääntä. Raskas teräsbetoniperusta rakennetaan joko maaperään sen ollessa mahdollista tai vaihtoehtoisesti nesteitä hylkivän vaimentavan materiaalin päälle. Koneperustan tulisi olla vähintään moottorin levyinen. Seismisen laatan päälle asennetaan kiinteästi alustaan pultattu moottorin aluskehys ja sen päälle kulmiin asennetaan joustavat vaimentimet, joiden päällä moottori lepää. (Martyr & Plint 2007, 30-33). 396:sta löytyy valmiina vaimentimet, muttei moottorin aluskehystä.



Kuva 5. (a) eristetty seisminen laatta liitetty maaperään. (b) seisminen laatta vaimentavan maton päällä matalassa montussa. (Martyr & Plint 2007).

6.2.2 Käynnistysmekanismi

396-dieselmootorin käynnistys voidaan toteuttaa ainoastaan erillisellä käynnistysmootorilla. Käynnistysmootorina voi toimia moottoriin käyttöpäästä katsottuna vasemmalle puolelle kiinnitettävä sähkö- tai paineilmakäyttöinen starttimoottori sekä tehonmittauskäytössä tietyn tyyppinen jarrulaitteisto. Käynnistettäessä startin hammasratas kytkeytyy vauhtipyörän käynnistyshammasrattaalle ja pyöryttää suurella momentilla moottorin sytytysnopeuteen ja kun koneen nopeus saavuttaa startin nopeuden, startti automaattisesti irtautuu vauhtipyörältä. (Description and Service Instructions 1975, 2.15.1.; Martyr & Plint 2007, 161).

6.2.3 Voiteluöljyjärjestelmä

396:n pakkosyöttöisen voiteluöljyjärjestelmän säiliönä toimii märkäsumpu, tila moottorin pohjalla oleva tila, jossa koneen öljy sijaitsee. Märkäsumpu on yksinkertainen ratkaisu kiinteisiin moottoreihin, eikä vaadi erillistä säiliötä kuten kuivasumpu ratkaisu. 396:ssa moottorin öljypumppu sijaitsee moottorin N-pään puolella märkäsumpussa.

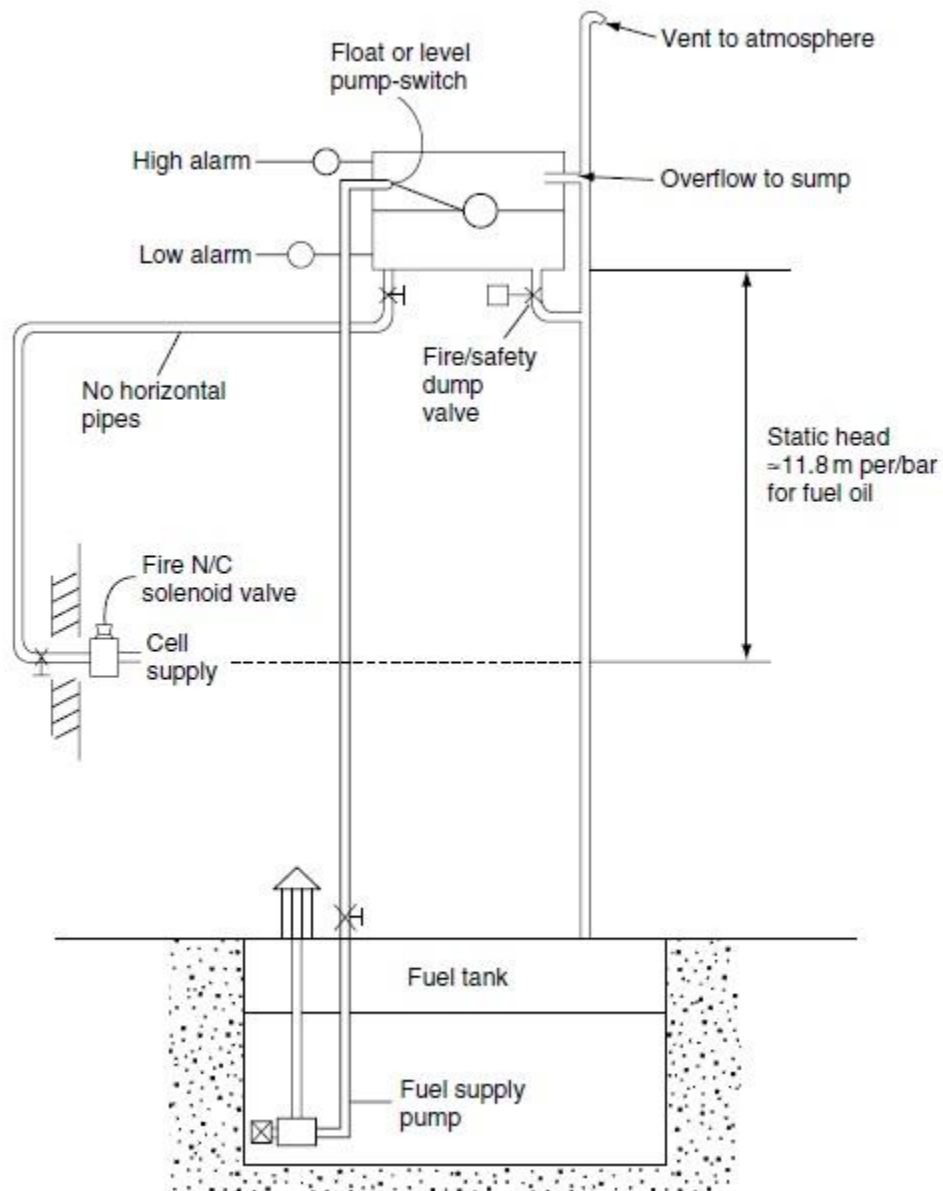
Koneen esivoitelun järjestämiseksi tulee moottorille asentaa erillinen moottorin esivoitelupumppu linjoiheen ja takaiskuventtiili, jolla varmistetaan moottorin voitelu käynnistys- ja sammutustilanteissa (MTU Manuaali 1975, 2.9.2-4).

6.2.4 Polttoainejärjestelmä

Perinteinen dieselpolttoainejärjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

1. Polttoaineen varastosäiliö
 - A. Täyttölinja
 - B. Tuuletusputki
 - C. Syöttölinja ja jalkaventtiili
 - D. Paluulinja
2. Päivätankki (tarvittaessa)
 - Siirtopumpun kytkimet (uimurit)
3. Sähköinen polttoaineen siirtopumppu (tarvittaessa)

Kun varastotankki sijaitsee lähellä moottoria ja pystysuora nousu on alle 1,5 metriä, polttoaineen kierrätyspumppu saattaa pystyä huolehtimaan polttoaineen saannista ilman riskiä kavitoinnista. Jos vaakasuora juoksu on liian pitkä tai pystysuora nousu ylittää 1,5 metriä, tarvitaan polttoaineelle siirtopumppu ja päivätankki. (MTU Onsite Energy 2009, 27.)



Kuva 6. Esimerkki tyypillisestä polttoaineen päivätankkijärjestelmästä. (Martyr & Plint 2007).

MTU:n polttoainejärjestelmä

Polttoaineen kierrätyspumppu on itsenäisesti toimiva (self-priming) hammaspyöräpumppu, joka saa käyttövoiman kampiakselilta, imee polttoaineen polttoainetankista ja syöttää sen polttoaineen ruiskutuspumpulle. Kierrätyspumppu sijaitsee moottorin N-päässä. (MTU Manuaali 1975, 2.11.3.)

Tämän lisäksi tarvitaan ennen moottorin yhdetä tuleva polttoaineen esisuodatin. Polttoaineen puhdistuksessa tarvetta tässä tapauksessa on siis ainoastaan suodattimille,

koska 396 on ainoastaan kevytpolttoöljykäyttöinen, eikä sille tulevaa polttoainetta tarvitse separoida.

Biopolttoaineita käytettäessä voi olla tarvetta polttoaineen miedolle lämmittämiseksi ja sekoittamiselle, koska polttoaineessa esiintyvä vesi saattaa aiheuttaa mikrobien kasvua, jotka muodostavat pehmeää suodattimia tukkivaa massaa (Martyr & Plint 2007, 133).

Ammattikorkeakoulun tiloissa on energiatekniikan laboratoriotilojen alemman kerroksen vieressä osastoitu polttoainesäilytystila. Tilassa on 1,5 m³ maanpäällinen polttoöljysäiliö, teline polttoainetynnyreille sekä säilytystilaa voiteluaineille. Polttoöljysäiliöstä on järjestetty imu alimmassa kerroksessa sijaitsevalla siirtopumpulla päiväsaaliölle (n.150 litraa) ja edelleen laboratorion öljykattilalle alakertaan. Tilassa on myös polttoainetynnyreille linjat (benssiini ja polttoöljy) ja paineilmakäyttöiset polttoaineen siirtopumput, joista linjat mittauspultettiin ylempään kerrokseen. (Granlund & Oksanen 1969).



Kuva 7. Energiatekniikan laboratorion poltto- ja voiteluöljyvarasto. (Topi Lahikainen 2011)

6.2.5 Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytysjärjestelmä on kaksipiirinen. Moottorin primääripiirissä kiertää käsitelty jäähdytysvesi ja sitä jäähdyttää sekundaaripiirin vesi moottorin paisuntasäiliön kautta,

jossa on myös putkimallinen lämmönvaihdin. Tieto siis perustuu todennäköisimpään toimintatapaan. Tarkempi ja absoluuttinen tieto jäähdytysjärjestelmän toiminnasta osoittautui puutteellisen käyttöohjekirjan takia vaikeaksi selvittää ja ratkaisua haettiin Saksasta ottamalla yhteyttä moottorin valmistajaan ja pyytämällä lisätietoja kyseisestä moottorista ja Suomesta jälleenmyyjän edustajalta, mutta yhteydenottoihin ei saatu vastausta.

Laboratoriotilan alemmassa kerroksessa sijaitsee 30 kuutiometrin jäähdytysvesisäiliö pumppuineen ja putkistoineen. Laboratorion laitteistojen lauhdutusvesiä ajetaan siihen.

Laboratoriotilan ulkopuolella lastauslaiturin vieressä on Ecocoilin nestelauhdutin (jäähdytysteho 100 kW), joka on yhteydessä laboratorion biopolttoainekattilan lämmönvaihtimeen. Tätä lämmönvaihdinta olisi mahdollista siis myös hyödyntää moottori-installaatiossa; kiertoreitin ollessa esimerkiksi moottori-lämmönvaihdin-lauhdutin, moottori-jäähdytysvesisäiliö-lauhdutin. (Heino 2010, 33-36).



Kuva 8. Biopolttoainekattilan lauhdutin Metsolan kampuksella. (Lahikainen 2012).

6.2.6 Paineilmajärjestelmä

Koulusta löytyy kattava työpaineilmaverkosto, jonka tuotosta vastaa laboratorion läheisyydestä löytyvä *Atlas Copco - GAll* -ruuvikompressor. Tämä ruuvikompressor on tunnettu erityisesti luotettavuudesta, korkeasta hyötysuhteesta ja helppokäyttöisyydestä. Se tarjoaa paineilmaverkkoon n.100 m³/h tuoton ja 8 barin nimellispaineen. Lisäksi paineenvarauksesta huolehtivat riittoiset *Reflexin* paineilmasäiliöt, jotka siis estävät paineen tason vaihtelevuuden. Järjestelmään on lisäksi kytketty *Euro Dry Energy - DE104* -ilmankuivain, jonka avulla poistetaan kosteutta paineilmasta. (Atlas Copco 2012).

6.2.7 Ilmajärjestelmä

Moottorista puuttuu ilmajärjestelmästä pakopuolen nousuyhteet, piippu ja äänenvaimennin. Laboratoriotilan tarpeellinen ilmanvaihto moottorin ilman saantia ajatellen on toteutettavissa helposti tilan ikkunoita tai ovia avaten tai pakkosyötöllä erillisen ritilikön kautta, jos testitila on suljettu testihuone. Pakokaasujen poistoa ajatellen turvallisinta on suora nousu katosta eikä ikkunoiden tai seinien kautta ylöspäin. Myös imuilman sotkeutumista pakokaasuihin on vältettävä. (MTU Onsite Energy 2009, 26).

6.2.8 Instrumentointi

Instrumentointi koostuu kolmesta pääosiosta:

- käyttö- ja turvallisuusinstrumentointi
- primaarinen instrumentointi
- sekundaarinen instrumentointi.

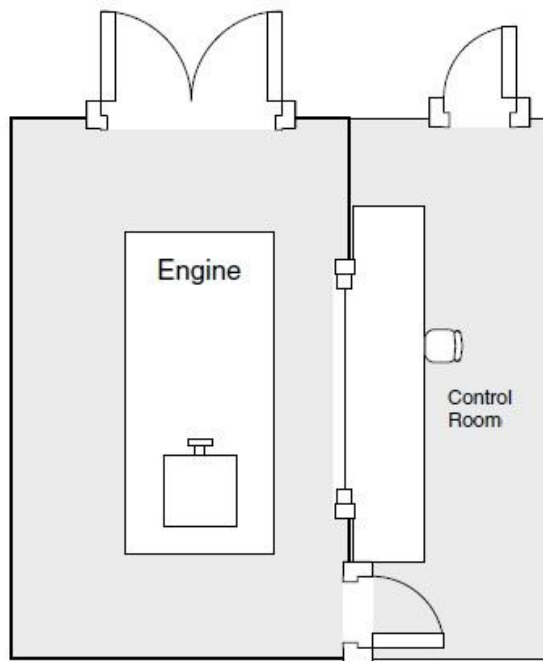
Testauksen pääasiallisena tarkoituksena voidaan olettaa olevan päästöjen mittaus koulutussuuntien ja tutkimusprojektien edellyttämänä. Tällaisen testikonseptin primaarinen instrumentointi vaatii polttoaineseoksien ja pakokaasujen seuranta. Tällöin moottorin tilan tiedot ovat sekundaarisia ja ne esiintyvät sen mukaisesti.

Sekundaarisen tiedon, joka ei ole relevanttia testissä, tulee olla poissa testajan näkymästä tai se voidaan vaihtoehtoisesti tallentaa seurantalaitteistolla jälkitarkastelua var-

ten. Tavallinen sekundaarinen tieto on hitaasti muuttuvat yksiköt, kuten ilmanpaine, suhteellinen kosteus ja jäähdytysveden lämpötila. (Martyr & Plint 2007, 64-66.)

6.2.9 Testitila

Jos mahdollista laboratoriokoneistolle on rakennettava ääneneristyksellä varustettu testihuone, joka on varustettava ikkunoilla, jotta moottorin tarkkailu onnistuu. Testihuoneen ikkunaseinustalle voidaan tällöin sijoittaa sopivasti myös valvontalaitteisto. Myös testitilan riittävästä valaistuksesta on huolehdittava, yleisesti 500 luksia riittää tarkkuutta vaativaan työskentelyyn. (Martyr & Plint 2007, 48-53, 61.)



Kuva 9. Esimerkki testitilasta. (Martyr & Plint 2007).

6.3 Tutkimustilojen lisääminen

Metsolan toimipisteeseen vuodeksi 2015 suunniteltu laaja remontti tarjoaisi oivan mahdollisuuden avartaa konetekniikan ja energiatekniikan laboriotiloja rakentamalla siipien välisen pysäköinti-/ruohoalueen laboratoriokäyttöön, mikä omalta osaltaan lisäisi tutkimustiloja merkittävästi.

Myös puutekniikan koulutusohjelman loppuessa Mussalon puutalouden laboriorion tilojen käyttöä voidaan tarkastella uutta tarvetta ajatellen ja vahvistaa mahdollisesti si-

ten moottoritekniistä laboratoriota kyseiseen kohteeseen (KyAMK mediatiedotteet 26.11. 2010 ja 11.10.2011).



Kuva 10. Energiatekniikan- ja konetekniikan laboratorioiden välinen pysäköintialue. (Topi Lahikainen 2012).

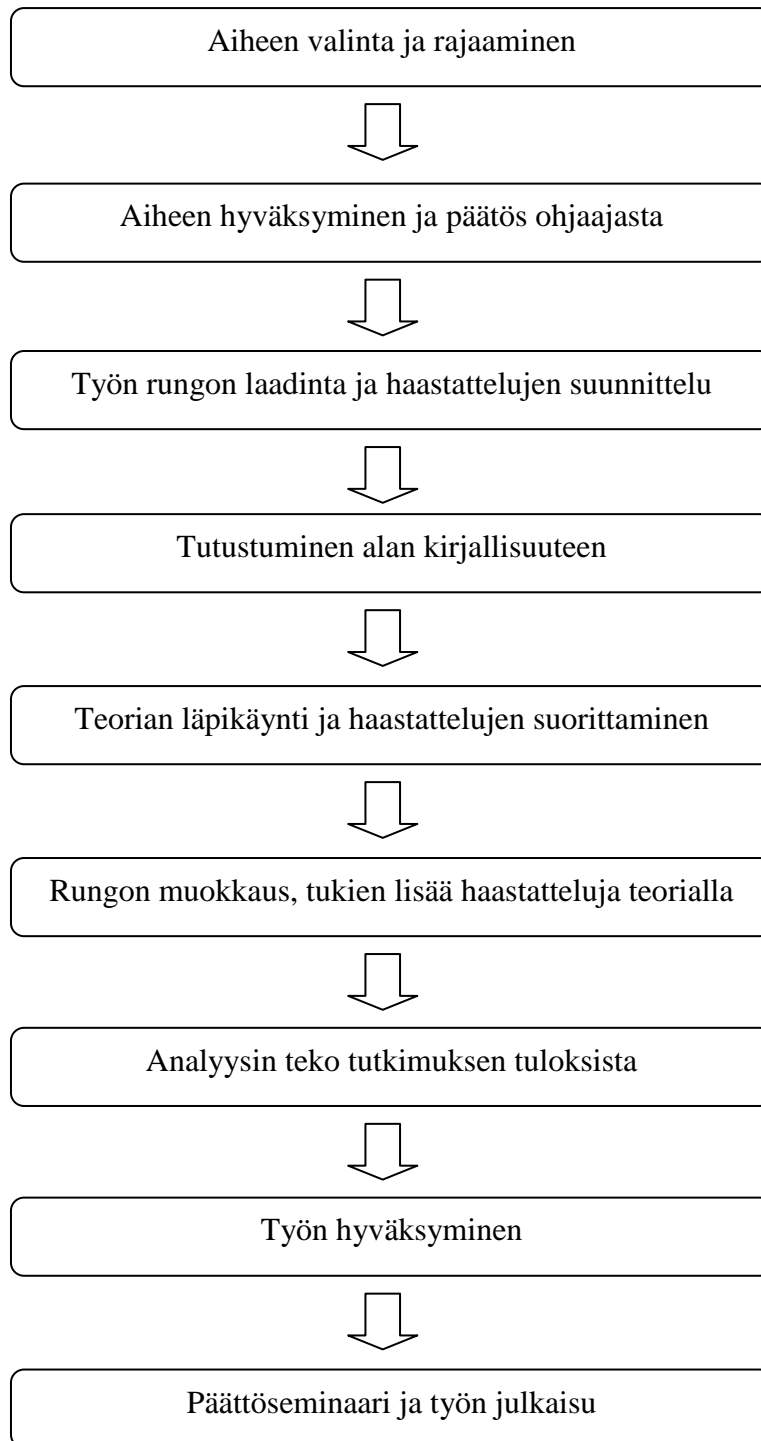
7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimustavaksi valittiin kvalitatiivinen eli laadullisesta tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkitystä kokonaisvaltaisesti. Kvalitatiivisessa tutkimuksen analyysin painopiste on mielipiteissä ja niiden syihin ja seurauksiin perehtymisessä pelkkien määrällisten arvojen sijasta. Johtopäätösten tekemiseen keskitytään monesta näkökulmasta, usein haastatteluihin tai ryhmäkeskusteluihin pohjautuvasta aineistosta. Kvalitatiivinen tutkimus vastaa kysymyksiin mitä, miksi ja kuinka. Se tyyli on kuvaileva, diagnosoiva, arvioiva ja luova. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 160-161.)

Kvalitatiivinen tutkimussuunnitelma kehittyy tutkimuksen edetessä tutkimuksen tarkoituksesta riippuen. Tarkoituksena voi olla uusien olettamusten testaaminen, ideoiden luominen taikka molempien edellä mainittujen yhdistelmä. Yleinen periaate kvalitatiivisessa tutkimussuunnitelmassa on se, että siinä esitetään selvästi se, mitä tutkitaan, missä tutkitaan ja miten tutkitaan. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskitytään enemmän määrään kuin laatuun. Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä voivat myös joissain tapauksissa olla rinnakkain toisiaan täydentävinä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 131-133.)

Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä tukee paremmin tämän tutkimustyön tarkoitusta kuin kvantitatiivinen, koska oikeista moottorisimulaattorikokonaisuuksista ja niiden hyödyntämisestä on vain hyvin vähän valmiiksi tutkittua tietoa. Koska tarkoituksena on kehittää ja tuoda esille moottorisimulaatiokokonaisuuden hyödyntämISRatkaisuja, tarvitaan syvällisempää tietoa nykyisistä käytännöistä ja tarkempia mielipiteitä asiasta.

7.1 Työn kulku



7.2 Tutkimusongelmat haastatteluja varten

Tutkimusongelmat muodostettiin erityisesti haastateltavien tuoman näkökulman ja tietämyksen mukaisesti. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, mikä on paras käyttötarkoitus MTU 396:lle ja kuinka se palvelisi parhaiten mahdollisimman suurta joukkoa opiskelijoita ja tutkimusta. Aineistoa tarvittiin tämän hetkistä kokemuksista, ratkaisuista, resursseista, tarpeista ja tiedoista. Näihin näkemyksiin haettiin vastauksia tämän työn tutkimusongelmilla.

Tutkimusongelmien tavallisin esitystapa on kysymys. Kysymyksen muoto taas määräytyy tutkimuksen päämäärän mukaan. Hyvällä ja harkitulla kysymyksellä pyritäänkin saavuttamaan tietosisällöltään rikas vastaus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa kuitenkin tulee varautua siihen, että tutkimusongelma muuntuu tutkimuksen kuluessa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 119-120.)

7.3 Haastattelujen suorittaminen

Teoriatutkimuksen lisäksi aineistoa kerättiin haastatteluin. Haastattelu aineistonkeruumenetelmänä on hyvä, erityisesti kun halutaan tulkita kysymyksiä ja täsmentää vastauksia. Haastatteluiden hyvänä puolena kyselyyn verrattuna on suuri vastausprosentti, ja myös haastattelussa voidaan haastateltavat tavoittaa haastattelun myöhempää tarkennusta, lisääaineistoa tai jatkotutkimuksia varten. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 200-205.)

Haastattelun voi haluttaessa toteuttaa kolmella tavalla. yksilö-, pari- taikka ryhmähaastatteluna. Ryhmähaastattelussa huonona puolena voidaan mainita se, että siinä on mahdollista olla dominoivia henkilöitä, jotka voivat osaltaan pyrkiä määräämään keskustelun suuntaa. Mutta se voi myös samalla olla tehokas tiedonkeruun muoto, koska sen avulla saadaan usealta tietoa yhtä aikaa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 206-207.) Tässä tutkimuksessa on käytetty ryhmä- ja yksilöhaastatteluja. Yleisimpänä haastattelumuotona on käytetty yksilöhaastattelua.

Tutkimuksen haastattelut suoritettiin teemahaastattelun muodossa. Teemahaastattelussa haastattelu kohdennetaan tiettyyn teemaan, josta keskustellaan. Tärkeää teemahaastatteluissa on myös, että yksityiskohtaisten kysymysten sijaan haastattelu etenee tiettyjä teemoja mukaillen. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu menetelmä, koska aihe-

piirit haastattelussa ovat kaikille samat, mutta kysymysten tarkka muoto ja järjestys saattavat vaihdella. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 206-207.)

Aineistojen keruussa on käytetty saturaatiomenetelmää, jolla viitataan siihen, että aineistot kerätään päättämättä etukäteen, kuinka monta haastattelua suoritetaan. Haastatteluja jatketaan niin kauan, kunnes ne tuottavat tutkimuksen kannalta uutta tietoa. Riittäväksi aineisto muodostuu silloin, kun samat asiat nousevat haastatteluissa esille. Haasteeksi muodostuu se, kuinka kauan haastatteluja kannattaa jatkaa. Tähän taas liittyy olennaisesti tutkijan harjaantuneisuus kyseiseen menetelmään. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 181.)

Tutkimukseen valittiin kaksi erilaista vastaajaryhmää. Ensimmäinen ryhmä sisälsi aihealueeseen perehtynyttä henkilökuntaa Kymenlaakson ammattikorkeakoulusta ja Etelä-Kymenlaakson ammattiopistosta.

Henkilökuntaa pyrittiin haastattelemaan sekä opetus- ja tutkimuspuolelta, jotta saavutettaisiin laaja-alainen tulos ja näkemys aiheesta. Haastattelut suoritettiin henkilökohdaisesti tavaten. Haastattelussa pyrittiin tuomaan kriittiset näkemykset esiin siten, ettei kysymyksiä lähetetty haastateltaville etukäteen tarkasteltaviksi vaan he saivat vastata spontaanisti, jolloin painotettiin ammattitaidon ja kokemuksen tuomaa näkökulmaa asiaan sekä ennalta arvaamattomuutta ja sen synnyttämää ideointia.

Toinen vastaajaryhmä koostui Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijoista. Haastateltavat opiskelijat valittiin energiatekniikan ja merenkulun insinööriopiskelijoista, jotka olivat opintojensa osalta loppusuoralla. Tällaisien opiskelijoiden haastatteluilla pyrittiin löytämään erilaisia näkökulmia maa- ja meripuolen opintojen parista, sillä heillä on yleensä työkokemusta ja he ovat opiskelleet opetussuunnitelman mukaiset kurssit. Edellä mainitut kriteerit antavat lisäksi laajempaa näkemystä kokemuksista ja soveltavan tietotason näkemyksistä kuin esimerkiksi kysyttäessä ensimmäisten vuosikurssien opiskelijoilta, jotka vasta tutustuvat alaan ja opintoihin.

Haastatteluja suoritettiin henkilökunnalle kolme kappaletta, ja niistä kaksi oli ryhmämuotoisia. Opiskelijoiden haastatteluista kaikki olivat yksilöhaastatteluja, ja niitä suoritettiin kaiken kaikkiaan neljä kappaletta.

Henkilökunnan osalta haastattelut järjestettiin laboratoriotiloissa ja opiskelijoiden tapauksessa heidän kodeissaan. Haastattelut suoritettiin haastateltavien kanssa yhteisesti sovittuina aikoina helmi-joulukuussa 2011 luottamuksellisesti ja anonymiteettiä noudattaen. Haastattelut nauhoitettiin digitaalisella tallentimella, ja niiden pituus vaihteli 15 minuutista noin tuntiin.

Haastatteluaineistot litteroitiin eli purettiin sanasta sanaan tekstinkäsittelyohjelmalla tietokoneelle. Tästä aineistosta sitten kerättiin haastatteluissa esiin nousseet ajatukset, joita myös esitettiin seuraaville haastateltaville ideoinnin lisäämiseksi ja siksi, että saataisiin haastateltavilta myös mielipiteitä muiden ideoista.

8 HENKILÖKUNNAN HAASTATTELUT TUTKIMUSONGELMITTAIN

8.1 Mikä on tarve tällaiselle kartoitukselle?

Haastateltavat pitivät yksituumaisesti kartoitusta erittäin tarpeellisena tulevaa rahoituksen saamista/hakemista ajatellen.

"Tosta kartotuksesta on iso hyöty. Jos jossain vaiheessa rahoitus löytyy kun saa jonkun hankkeen siihen tai yhteistyökumppanin siihen."

8.2 Minkälainen käyttö olisi paras ratkaisu 396:lle?

Osa haastateltavista näki moottorin ajokäytön olevan järkevintä sen hyödyntämisen kannalta ja erityisesti generaattorikäytön, jolloin mahdollisimman moni taho hyötyisi siitä:

"Ei oikein sais täyttää hyötyä jos vesijarrun perään laittaa."

"Generaattorikäytöllä vois ajaa tehoa verkkoon tai vastuksiin."

Osa taas näki moottorin haalausikäytön olevan järkevin ratkaisu nykyisenlaiseen moottorilaboratoriokokonaisuuteen:

"Mun kanta on, jos haluaa kehittää tätä, ni pitäis saada tää haalauskooneeksi."

"Sen (396)jos sais haalaus koneeks, kun on tää Wärtsilän 324 on haalaus koneena, mistä vedetään holkkia ja laakeria. Tää ois erityyppinen kone nopeekäyntisenä."

Eräänä näkökantana nousi myös esille moottorin kohtalaisen monimutkainen rakenne, erinomainen kunto ja se, että haalaus käyttö voisi vaurioittaa moottorin käyttökelvottomaksi.

"Muutaman kerran ku laittaa kiinni ja auki tätä pakettia ni kyllä siinä on suuret vaurioitumisen riskit oppilaskäytössä."

8.3 Mikä olisi sopiva käyttöpaikka 396:lle?

Haastateltavat pitivät järkevimpänä laboratoriomoottorien käytön keskittämistä yhteen paikkaan Ekamin Katariinan kampukselle. Tilojen ahtautta Metsolassa pidettiin moottorin käyttöönottoa ajatellen jokseenkin haittaavana:

"Tilat on aika lailla käytetty (KyAMK), et sitä ei nyt ehkä pysty sitä sijoitusta ajattelee täs kohassa".

"Jotkut laitteista (Energiatekniikan laboratorio) on vaikeita purkaa ja siirtää toisaalle."

"Jos meillä kerran yks tällänen kone on millä energiatekniikan labrat pidetään, niin eikö ois järkevämpi et siellä (Ekami) ois sitten merenkulun koneistot käytössä".

Eräs haastateltavista ajatteli kuitenkin ammattikorkeakoulun tilojen olevan parempi ratkaisu ammattiopiston tiloihin nähden ja piti avoinna ammattikorkeakoulun laboratoriotilojen käyttöratkaisua tulevaa ajatellen.

"Minusta ainakin sopis tänne. Kun Ekamissa tila/koneistoratkaisut on jo tehty niin sinne tulis aika muutokset jos sinne laittais pesureita tai muuta. Täs nyt kun suunnitellaan vasta niin vois varautua et se ois mahdollista."

Yhtenä aiheena haastattelussa kävi ilmi, että kaikkien laboratoriotointojen siirtoa Mussalon kampukselle on ajateltu:

"Yhessä vaiheessa oli tänä vuonna aiemmin semmonen ajatus, että laboratoriotoinnot siirtyne Mussaloon. Et ne ois ollu siel erikseen. Mut se ajatus on unohdettu."

8.4 Millaisessa tutkimuskäytössä moottoria voisi hyödyntää?

Haastateltavat näkivät päästöjen vähennyslaitteistot ja uudenlaisien ympäristöystävällisempien polttoaineiden ympärille liittyvän tutkimustoiminnan konkreettisiksi vaihtoehtoiksi moottorin hyödyntämisessä:

"Kun tulevaisuutta ajattelee kun tulee ne tiukat rikkipäästömääräykset, kun ei sellasta öljyä saa olla missä on rikkiä 0.1%, niin sitten tulee, ehkä, rikkipesurit laivoihin. Sehän ois mielenkiintoista jos tähän vois suunnitella pesurin."

"Pakko aina jotain uutta saada ja kehittää koulutusta. Ja nyt kun on tää päästöjen vähentäminenkin ajankohtaista ja sit kun on nää eri polttoaineet."

"Täähän ois mainio tutkia biopolttainetta. Eihän laivat voi ottaa biopolttainetta päälle ja kokeilla miten koneet pelais. Jos ottais tänne muutaman sadan litran säiliöt."

"Et ois sellanen mahdollisuus et vois kytkeen puhdistus ja mittauslaitteita."

8.5 Miten päästöjen mittaaminen tulisi toteuttaa?

Päästöjen mittauksen kannalta vastaajat näkivät monipuolisempana käyttää Katariinassa sijaitsevaa Wärtsilän 4L20-dieselmoottoria:

"Nythän on käytössä hyvä testikone, toi Wärtsilä joka käy kevyellä- ja raskaalla polttoöljyllä."

"Oishan se hyvä (4L20,) jos ajatellaan näitä päästöjen vähennystekniikoita."

8.6 Onko rahaa moottorin käyttöönotolle?

Yleisenä mielipiteenä osoittautui olevan yleinen rahoituksen puute, ja sen ainoaksi todennäköiseksi lähteeksi nähtiin jokin moottorin käytön tukema tutkimushanke:

"Tuntuu ettei olis. Hanke pitäis saada, esim. rikkipesuri tai muu sellainen."

"Joku hanke pitäis saada, et saa rahaa."

Lisäksi ammattikorkeakoulun ja ammattiopiston edellisen yhteisprojektin, Wärtsilä 4L20:n, loppuun saattaminen nähtiin ensisijaisesti järkevimpänä ratkaisuna, jos rahoitus löytyy:

"Se homma jäi kesken. Se oli kiinni rahasta. Minun kanta on se, et pitäis panostaa nyt tuohon Wärtsilä 4L20:een ja koska sellasia on paljon laivoilla ja laitteistokin asennettuna paikoillaan."

"4L20 projektin loppuun vieminen tukisi koulutusta, koska tollanen kone on laivoilla apukoneena. Jos projektirahaa saisi niin veisi ton homman loppuun."

8.7 Mitä lisähavaintoja ja kysymyksiä tuli esille?

Haastateltavat pitivät tärkeänä riittävän väljiä tiloja laboratoriomoottorin käytölle ja nostivat esille MTU-dieselmoottorin lisälaitteiston ja työkalujen hankinnan tuomat kulut:

"Riittävä tila ois tärkeä."

"Pitäis sit saada työkalutkin tähän(396)."

"MTU:ssa ei ole kuin pelkkä moottori eikä mitään lisälaitteistoja."

9 OPISKELIJOIDEN HAASTATTELUT TUTKIMUSONGELMITTAIN

9.1 Mikä olisi sopiva käyttöpaikka moottorille?

Enemmistö haastateltavista piti laboratoriomoottoritoimintojen keskittämistä viisaimpana ja käytännöllisimpänä vaihtoehtona:

"Ammattiopisto, hyvä koneistokeskittymä opiskelijoiden kannalta."

"Ammattiopistolle kaikki koneet, se olisi järkevintä että kaikki ois samassa paikkaa."

Eräs haastelluista näki kaikkien moottorien sijoittamisen ammattiopistolle turhana jo siellä olevien moottorien lisäykseksi:

"Kyamk, koska turha Ekamille viedä kun sielläkin on jo omia koneita käytössä."

9.2 Missä vaiheessa opintoja ja millä tavoin moottorin käytöstä olisi hyötyä?

Haastateltavat näkivät opintojen alkuvaiheessa tapahtuvan tutustumisen olevan tärkeää opinnoissa ja sen, etteivät ensikosketukset suureen dieselmoottoriin tapahtuisi meluisassa koululaivaympäristössä:

"Opintojen alkuvaiheessa laitteistoon tutustuminen kun vasta luodaan perustietoa. Ensikosketus oikeaan käyvään dieselmoottoriin ei olisi koululaivalla meluisassa ympäristössä, vaan meluttomammassa/täysin meluttomassa laboratorioympäristössä."

"Ensimmäisenä opintovuonna koneistoon ja oheislaitteistoon tutustuminen. Ei välttämättä koneen käyttö. Antaisi erittäin hyvän kuvan mitä dieselmoottori tarvitsee toimiakseen, koska suurin osa nuorisopuolen aloitaneista ei ole kyseisenlaista kalustoa koskaan nähnytkään. Seuraavina

opintovuosina voisi siirtyä koneen käytön pariin ja hyödyntää opintojen alun teoriaoppeja."

"Rauhallinen ympäristö verrattuna koululaiva Katariinan meluisuuteen, jossa usein ensikosketus laivankoneistoon tulee opiskelijoilla kuulosuojainten läpi tiedot saaden."

Eräs haastateltavista mainitsi, että on tarpeellista tutustua moottoriin viimeistään siihen soveltuvien kurssien tullessa työjärjestykseen:

"Siinä vaiheessa viimeistään kun kyseiset soveltavat kurssit tulevat opiskeltavaksi. Mutta miksei jo aikaisemmassa vaiheessa tutustumisen tyypistä."

9.3 Mikä on sopiva ryhmäkoko laboratoriomootorilla tehtäville harjoitteille?

Haastateltavat totesivat sopivimman ryhmäkoon olevan 2-5 henkilöä hieman työtilanteesta riippuen:

"Muuten 2-3 käyttäjää. 5 henkilöä jos joku (opettaja yms.) esittelee konetta ja se käyttöä."

"2-3 sopivan kompakti, homma pysyy hallussa ja kaikki saavat tehdä."

"2-5."

9.4 Mikä olisi laboratoriomootorin tuoma hyöty opinnoissa?

Haastateltavat totesivat erityisesti teorian tiedon käytäntöön saattamisen olevan olennainen hyöty ammatillisen osaamisen lisäksi:

"Saisi kalvosulkeiskuvat muutettua oikean näköön ja mittakaavaan."

"Kirjatiedon saattaminen käytäntöön."

"Ammattitaidon kohentaminen käytännönharjoitteiden kautta."

9.5 Millainen käyttöratkaisu soveltuisi moottorille parhaiten?

Haastateltavista osa näki dynamometrikäytön sopivaksi vaihtoehdoksi hintansa ja todennäköisesti pienemmän vaurioitumisriskinsä vuoksi:

"Generaattori on kallis ja huollot myös kalliita. Jarru olisi edullinen vaihtoehto ja myös järkevä. Vakavan vaurioitumisen riski pieni genuun verrattuna."

Toiset haastateltavista taas näkivät generaattorikäytön hyödyttävän eniten käyttäjäryhmien päämääriä ja edustavan parhaiten todellista käyttöä laivoilla ja voimalaitoksissa:

"Generaattori olisi kaikista järkevin, koska vastaisi todellista tilannetta parhaiten. Jarrun käyttö tuskin toisi samassa suhteessa hyötyä useammalle käyttäjäryhmälle."

9.6 Minkälaisissa kursseissa kyseistä moottoria voisi hyödyntää?

Merenkulun insinööriopiskelijat pitivät osaltaan tietokonepohjaisten simulaatio-opintojen korvaamista tai täydentämistä laboratoriomoottorikonseptilla hyödyllisimpänä:

"Tietokonesimulaatio-opinnnoissa, kankeiksi osoittautuneissa sellaisissa ja laivankoneistot kursseissa."

"Erityisesti tietokonesimulaattorien korvaukseen, soveltaen. Sekä vaikk dieselmoottorit, laivankoneistot, laivan putkistot."

Energiatekniikan opiskelijat totesivat dieselmoottorisimuloinnin jääneen heidän opintokokonaisuudestaan unohduksiin kokonaisuudessaan, mutta näkivät kuitenkin, että simulointi voisi olla hyödyllistä heidän kursseissaan:

"Tällä hetkellä ei ole ollenkaan simulointia dieselkoneiston käytöstä, edes tietokonepohjaisena."

"Hmm...voimalaitosprosessit, sit päästön mittaukset ainaki."

10 POHDINTA

10.1 Tutkimustulosten tarkastelu

Tutkimuksessa selvisi, että Kymenlaakson merenkulun koulutuskenttä on moottorilaboratorioiden osalta suunnitellusti viime vuosina keskittynyt ammattiopiston tiloihin Katariinan kampukselle, jossa tällä hetkellä on jonkin verran avointa tilaa uuden moottorin sijoittelua ajatellen. Ammattikorkeakoulun tiloista löytyisi laboratorionmoottorin toiminnan kannalta välttämättömät elementit muttei vapaata tilaa sijoittamiselle.

MTU 8 V 396 on pitkälle riisuttu moottori, joka vaatii toimiakseen apulaitteistot ja muut moottorin toiminnan kannalta tärkeät elementit ja lisäksi siitä puuttuu erikoistyökalut huoltoihin. Edellä mainitut seikat edellyttävät investointeja moottoriin, jotta saavutettaisiin sille toimintataso. Koska moottorin on erinomaisessa kunnossa täyshuollettuna, sille täytyy ajatella korrektia käyttöä, missä se ei ainakaan vaurioituisi helposti.

Hyödyttävien käyttöratkaisujen moottorille mahdollisimman laajaa käyttäjäryhmää ajatellen olisi sen käyttö kuten laivalla tai voimalaitoksessa eli generaattori- tai propulsiokäyttö. Seuraavana kyseeseen tulisi muunlainen kuormittava ratkaisu. Tällä hetkellä resurssipula estää raskaiden laboratoriomoottorien järkevimmän käytön ja ohjaa odottamaan parempia tulevaisuuden näkymiä ja investointipäätöstä. Katariinassa sijaitseva Wärtsilä 4L20 osoittautui tutkimuksessa varsin potentiaalisesti tarkastelta-

vaksi tulevaisuutta ajatellen. Tällä hetkellä se on käytössä olevana generaattorin osalta hyödyntämätön moottoriratkaisu.

Parhaimman sijoituspaikan nykyisillä puitteilla 396:lle tarjoaa Katariinan moottorilaboratorio, joka jo laboratorion kehittämisen ja vapaan tilan kannalta puoltaa sinne sijoittamista. Rahoitusta investointeihin haettaessa tutkimus- ja kehitysprojektit osoittautuivat olevan oikeastaan ainoita todennäköisiä ratkaisuja, jotta laboratoriomootorit saataisiin otettua käyttöön. KymiTechnologyn tulisikin tästä syystä aktiivisesti hakea yhteistyökumppaneita polttomoottorien päästöjen vähennyskeinoihin panostavista yrityksistä. Toinen erittäin hyvä vaihtoehto rahoituksen saamiseksi on rahan hakeminen investointeihin yleishyödyllisistä säätiöistä tai rahastoista, jotka vuosittain jakavat apurahoja suomalaisen tieteen toiminnan edistämiseksi. Tästä hyvänä esimerkkinä on merenkulkuneuvos Antti Wihurin ja hänen puolisonsa Jenny Wihurin vuonna 1942 perustama rahasto, joka vuonna 2011 jakoi erilaisia avustuksia 9,7 miljoonaa euroa.

Laboratoriomoottorin käyttö- ja hyödyntämismahdollisuudet ovat hyvinkin laajat. Opiskelijoiden kannalta laboratoriomoottoria ja sen laitteistokokonaisuutta voidaan hyödyntää monessakin opintosuunnitelman sisältämässä kurssissa. Parhaan hyödyn opiskelija saavuttaa siten, että teoriaopintojen tiedot saatetaan käytännön harjoitteiden, ryhmätyöskentelyn ja monipuolista osaamiskirjoa vaativien tehtävien kautta käyttöön, jolloin simuloidaan vastaavaa työelämässä esiintyvää tilannetta.

Koska opiskelijat hyötyvät erilaisista oppimismenetelmistä eri tavoin, tämä kokonaisvaltainen teoriasta käytäntöön ketju iskostaa osaamisen parhaiten mahdollisimman moneen opiskelijaan. Siispä merenkulun ja energiatekniikan insinööriopiskelijoiden osalta tulisikin laboratoriomoottoriopetusta hyödyntää tulevaisuudessa reilusti enemmän kuin tällä hetkellä. Tämä asia ilmeni myös opiskelijahaastatteluissa.

Tutkimustyössä laboratoriomoottoria voidaan hyödyntää erityisesti päästöjen vähennykseen liittyvissä ratkaisuissa, kuten uudenlaisten polttoaineiden ja pakokaasujen puhdistusratkaisuissa. Opettajisto ja laboratoriohenkilöstö taas saa suurimman hyödyn siitä ammattitaidon ylläpidon ja itsensä kehittämisen kautta.

10.2 Työn käytettävyys

Kun tätä tutkimusta alettiin tehdä, sen tarve osoittautui selväksi eri tahoilta, alkaen kirjoittajan omasta harmistuksesta hyödyntämätöntä 396-dieselmoottoria kohtaan ja myöhemmin ammattikorkeakoulun tukiessa tutkimuksen tekemistä tarpeellisenä niin opettajiston kuin tutkimuspuolen taholta. Työ toimii raamina haettaessa moottorille käyttökohdetta, tarpeiston hankinnan ratkaisuja ja myöskin osaltaan innoittajana moottorilaboratorion kehittämisen kannalta.

10.3 Tutkimuksen luotettavuus

Puhuttaessa laadullisesta tutkimuksesta ja sen tulkinnasta on kyseessä aina tutkijan henkilökohtainen ja persoonallinen näkemys. Luonnollisesti tutkimuksen luotettavuus vähenee, jos esitetyt kysymykset ovat suppeita, mutta myöskään liian väljät aiheet eivät ole tutkimusaineiston kannalta parhaita, koska tällöin aineisto saattaa levitä liian laajaksi ja tutkija joutuu jättämään osan aineistosta pois. Kun tehdään vapaamuotoista haastattelua, voivat haastateltavat jättää kertomatta asioita, muistaa jotakin väärin, muunnella totuutta taikka he voivat pyrkiä miellyttämään tutkijaa. Myös tutkijan asenteella tutkimukseen voi olla vaikutusta ja myös sillä, kuinka on perehtynyt haastattelijan asemaan ja tehtäviin haastattelutilanteessa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997: 200-208.)

Tässä tutkimuksessa ennakoasenteet olivat kohtuullisen merkittäviä, koska työ on pelkästään tutkijan itsensä laatima. Se vaikuttaa osaltaan haastattelukysymyksiin ja myös vastausten puolueettomaan arviointiin. Tutkimustyö on myös tutkijan ensimmäinen laatuaan, kuten myös haastattelusarja ja haastattelemineen. Haastattelutekniikkaan ei ole saatu missään vaiheessa koulutusta, joten se heikentää työn luotettavuutta osaltaan.

Työn luotettavuutta lisäävinä tekijöinä voidaan mainita haastatellun henkilöstön työkokemus ja tietämys aiheesta sekä haastateltavien opiskelijoiden jo loppusuoralla oleva opiskelu ja tietämys kurssien sisällöstä, suorittamisesta ja työelämätarpeista.

10.4 Jatkotutkimusehdotukset

Tätä työtä tehtäessä nousi esille muutamia siihen liittyviä asioita, joita olisi hyvä tarkastella tulevaisuudessa. Maritime Centren ohjausryhmän tulisi toimintaansa tehostakseen kokoontua nykyisen kahden kerran sijasta neljä kertaa vuodessa ja aloittaa kartoitustyö yhdessä KymiTechnologyn kanssa Katariinan kampuksen moottorisimulaattoritilojen moottoreista, niiden installaatiosta ja käytöistä, jotta selviäisi, mikä on tarpeellista moottorisimulaattoriopetuksen kannalta ja mikä ei. Erityisesti kartoituksessa tulisi kiinnittää huomiota Wärtsilä 4L20:n käytön tarkasteluun. Moottori on nyt säännöllisesti käytössä ja vaatisi vähäisiä toimenpiteitä suuremman hyödyntämisen kannalta. Myös samanlainen kartoitus ammattikorkeakoulun energiatekniikan laboratorion laitteiston osalta olisi erittäinkin tarpeellinen sekä päivitysten tekeminen kyseisen laboratorion teknisiin piirroksiin. Yhtenä ideana nousi esille myös eri installaatiot ratkaisuiden kustannusarvioiden tekeminen.

LÄHTEET

Ammattikorkeakoululaki. 9.5.2003/351. Finlex - Valtion säädöstietopankki. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030351> [viitattu 15.12.2011].

Anttila, R. & Salmenhaara, T. 2011. Merenkulkualan koulutuksen tila ja kehittämistarpeet. Raportti. Opetushallitus. Saatavissa: http://www.oph.fi/download/131319_Merenkulkualan_koulutuksen_tila_ja_kehittamistarpeet.PDF [viitattu 7.3.2012].

Atlas Copco. 2012. Kiinteät kompressorit. GA11-30C. Esite. Saatavissa: http://www.hph.fi/data/attachments/GA11-30C%20P&PFF_Finnish.pdf [viitattu 5.3.2012].

Granlund, O. & Oksanen, A. 1969. Voimakonelaboratorio. Rakennepiirros. Kotkan teknillinen oppilaitos. Helsinki: Insinööritoimisto Olof Granlund & Antti Oksanen.

Haapanen, A. 2011. TULVA - tulevaisuuden venealahankkeen loppuraportti. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011091313015> [viitattu 28.12.2011].

HATZ Diesel. 2012. Ohjekirja. Saatavissa: http://www.hatz-diesel.com/fileadmin/user_upload/betriebsanleitungen/lm41/BA_L_M_englisch.pdf [viitattu 21.3.2012].

Heino, J. 2010. Biopolttoainekattilan käyttöönotto. Insinööritö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12892/Insinoorityo_Jesse_Heino.pdf?sequence=1 [viitattu 11.3.2012].

Helle, A. 2011. Lehtori, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Kotka. Henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2011.

Helle, A. 2012. Lehtori, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Lahikainen, T. Lähetetty 15.3.2012. [viitattu 17.3.2012].

Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Kirjayhtymä.

Huhtinen, M. 2008. Osaamisalapääällikkö, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Kotka. Energiatekniikan laboraatiot. Energiatekniikan laboratoriotyö III - Dieselmoottorin energiatase ja päästöt.

Häkkinen, P. 2007. Laivan koneistot. Espoo: Teknillinen korkeakoulu.

Jalava, U. Keskinen, E. Keskinen, S. & Tiuraniemi. 2001. Simulaatio-oppiminen henkilöstön kehittämisen välineenä. Turku: Painosalama.

Kalli, J. Karvonen, T. & Makkonen, T. 2009. Laivapolttoaineen rikki- ja rikkipitoisuus vuonna 2015 - Selvitys IMO:n uusien määräysten vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin. Tutkimusraportti. Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa: http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=339549&name=DLFE-7317.pdf&title=Julkaisu%2020-2009 [viitattu 6.3.2012].

Ketonen, T. 2010. Etanoli korvaa bensiinin lisäksi dieseliä. Tuulilasi. Saatavissa: <http://www.tuulilasi.fi/artikkelit/etanoli-korvaa-bensiinin-lisaksi-dieselia> [viitattu 11.1.2012].

Koppinen, M-L. & Pollari, J. 1993. Yhteistoiminnallinen oppiminen - Tie tuloksiin. Helsinki: WSOY.

KunnallisSuomi. 2010. Korkealaatuista ylläpitoa ja pitkää elinikää dieselmoottoreille. Kesäkuu, 6. [viitattu 29.9.2011].

KyAMK.2009. KyAMK:n päästömittauslaboratorio akkreditoitu - pätevyysalue laajenee. Mediatiedote. 13.1.2010. Saatavissa: http://www.kyamk.fi/Ajankohtaista/Mediatiedotteet/?news_id=427 [viitattu 5.3.2012]

KyAMK. 2010. KyAMK säästänyt toimipisteiden supistamisella jo nyt miljoonia euroja. Mediatiedote. 26.11.2010. Saatavissa: http://www.kyamk.fi/Ajankohtaista/Mediatiedotteet/?news_id=533 [viitattu 5.3.2012].

KyAMK. 2011. Hallitus hyväksyi toiminta- ja taloussuunnitelmat. Mediatiedote.

16.12.2011. Saatavissa:

http://www.kyamk.fi/Ajankohtaista/Mediatiedotteet/?news_id=701&start=0 [viitattu: 20.12.2011].

KyAMK. 2011. Hallitus linjasi KyAMK:n taloutta ja rakenteellista uudistusta. Mediatiedote. 11.10.2011. Saatavissa:

http://www.kyamk.fi/Ajankohtaista/Mediatiedotteet/Arkisto/?news_id=676&start=20 [viitattu 5.3.2012].

KyAMK. 2012. Suomeen ylimaakunnallinen ammattikorkeakoulukonserni. Mediatiedote 25.1.2012. Saatavissa:

http://www.kyamk.fi/Ajankohtaista/Mediatiedotteet/?news_id=717&start=20 Viitattu [21.3.2012].

KyAMK. 2012. Opinto-opas. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

<http://www.kyamk.fi/Opiskelu/Oppaat%20ja%20ohjeet/> [viitattu 21.3.2012].

KyAMK. 2012. TKI-projektit. Saatavissa:

<http://www.kyamk.fi/Projektit/KymiTechnology/TKI%20projektit/#Merenkulkujalogistiikka> [viitattu 21.3.2012]

KyAMK. TUPU-Tuulta purjeisiin opetuksessa. 2012. Saatavissa:

<http://www.kyamk.fi/KyAMK/Toimialat%20ja%20osaamisalat/Tekniikka%20ja%20liikenne/Merenkulku%20ja%20logistiikka/Tutkimus-%20ja%20kehitystoiminta/P%C3%A4%C3%A4ttäneet%20hankkeet/> [viitattu 21.3.2012]

Lehtisalo, L. & Raivola, R. 1986. Koulutuspolitiikka ja koulutussuunnittelu. Helsinki: WSOY.

Martyr, A. & Plint, M. 2007. Engine testing. Theory and practice. 3. painos. Oxford: Elsevier.

Metso, A. Ahonen, M. Holttinen, E. Leino, J. & Väisänen, P. 2006. Sähkön pientuotannon liittäminen verkkoon. Motiva Oy. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/232/Sahkon_pientuotannon_liittaminen_verkkoon.pdf [viitattu 18.1.2012].

Motivan verkkosivut. 2012. Bioenergia. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia [viitattu 8.1.2012].

MTU. 1975. Manuaali. 8 V 396 TC 31 Description and Service Instructions. Friedrichshafen: MTU. Lehtori Ari Helteen hallussa.

MTU. 1975. 8 V 396 TC .1 - Spare parts list and assembly illustrations. Varaosaluettelo. Lehtori Ari Helteen hallussa.

MTU Onsite Energy. 2009. Installation and Basic Operation Manual. Saatavissa:

http://www.emergencysystems-inc.com/docs/Installation_and_Basic_Operation_Manual.pdf [viitattu 20.12.2011].

MTU:n verkkosivut. 2011. Saatavissa: <http://www.mtu-online.com> [viitattu 29.9.2011].

Neste Oil. 2011. Neste Oilin, Helsingin seudun liikenteen ja Proventian biopolttoainekokeilusta erinomaiset tulokset - lähipäästöt vähenivät merkittävästi. Lehdistötiedote. 10.2.2011. Neste Oil Oyj. Saatavissa:

<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35;52;88;100;101;16745;16900> [viitattu 8.1.2012].

Neste Oil. 2011. Neste Oil rakentaa jätepohjaista mikrobiöljyä tuottavan koelaitoksen Porvooseen. Lehdistötiedote. 15.12.2011. Neste Oil Oyj. Saatavissa:

<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,88,100,101,16745,18464> [viitattu 30.11.2011] .

Neste Oil. 2011. Neste Oilin 100-prosenttista uusiutuvaa dieseliä testataan ensimmäistä kertaa laivaliikenteessä. Lehdistötiedote. 21.11.2011. Neste Oil Oyj. Saatavissa:

<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,88,100,101,16745,18316> [viitattu 8.1.2011].

Opetushallitus. 36/011/2010. Määräys. Merenkulkualan perustutkinnon perusteet. Saatavissa: http://www.oph.fi/download/125371_Merenkulku.pdf [viitattu 21.3.2012].

Patria. 2002. Huoltoraportti. MTU 8V 396 TC 51. Työnumero WL16191001.

18.2.2002. Huoltoraportti Lehtori Ari Helteen hallussa.

Peltonen, M. 1985. Koulutusoppi. Helsinki: Otava.

REN21. 2011. Renewables 2011 - Global Status Report. Renewable Energy Policy Network. Saatavissa:

http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf [viitattu 30.12.2011].

Rogers, J. 2001. Aikuisoppiminen. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.

Ronkainen, K. 2000. Lehtori, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Opetusmateriaali. Ohjekirja Wärtsilä 324 TS.

Rosenhave, P-E. 2002. Model Course No 2.07. Engine room simulator. Lontoo: IMO.

Suominen, J. 2011. Refuel RE85/Refuel RED95 -Etanolipolttoaineet. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/4027/Bioetanoliilla_vahemman_paastoja.pdf [viitattu 8.1.2012].

Suutari, M. 2003. Korkeakoulutettujen työelämäurien alkuvuodet: LAASER-projektin loppuraportti. Akava. Saatavissa:

<http://www.akavacamp.fi/files/418/laaserloppuraportti.pdf> [viitattu 14.12.2011].

Sähkötieto Ry. 2000. ST-käsikirja 31, Varavoimalaitokset. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST1. 2011. TransEcon RED95-etanolidieselhanke kenttätutkimusvaiheeseen. Uutistiedotteet 9.2.2011. Saatavissa: <http://st1.fi/index.php?id=8083> [viitattu 8.1.2012].

UPM:n verkkosivut. 2012. Sijoittajauutiset. UPM rakentaa maailman ensimmäisen puupohjaista biodieseliä valmistavan biojalostamon. 1.2.2012. Saatavissa:

<http://www.upm.com/FI/SIJOITTAJAT/Sijoittajauutiset/Pages/UPM-rakentaa->

[maailman-ensimm%C3%A4isen-puupohjaista-biodieseli%C3%A4-valmistavan-biojalost-001-Wed-01-Feb-2012-10-10.aspx](#) [viitattu 6.3.2012].

Valmet. 1994. Toimituserittely. 5.10.1994. Toimituserittely Lehtori Ari Helteen hallussa.

Valmet. 1994. Huoltoraportti. MTU 396 sylinterikansi. Työnumero 23447. 30.06.1994. Huoltoraportti Lehtori Ari Helteen hallussa.

Vapalahti, H. 2005. Sotka Panamaan. Laivalehti Tornator 4, 23.

VARK - a guide to learning styles www-sivut. 2011. <http://www.vark-learn.com> [viitattu 12.13.2011].

Vuorinen, I. 2001. Tuhat tapaa opettaa. 6. painos. Tampere: Resurssi.

Wärtsilä. 2011. Wärtsilältä suositeltu käteisostotarjous Hamworthy plc:stä. Pörssitiedote 22.11.2011. Saatavissa: <http://www.wartsila.com/fi/tiedotteet/wartsilalta-suositeltu-kateisostotarjous-hamworthy-plcsta> [viitattu 11.1.2012].

Wärtsilä. Generating sets. 2012. Saatavissa: http://www.wartsila.com/en/gensets/auxpac/Auxpac20#_0_Auxpac4L20_undefined [viitattu 11.1.2012].